

PN - JP2002159465 A 20020604  
 TI - MAGNETIC RESONANCE IMAGING APPARATUS  
 FI - G01N24/04&510G ; G01N24/06&530R ; A61B5/05&370 ; A61B5/05&340 ; A61B5/05&350 ;  
 A61B5/05&360  
 PA - GE MED SYS GLOBAL TECH CO LLC  
 IN - SATO KENJI  
 AP - JP20000350019 20001116  
 PR - JP20000350019 20001116  
 DT - I

AN - 2002-504918 [54]  
 TI - Magnetic resonance imaging device cools RF coil for excitation, based on protocol that differs from number of times a pulse sequence is repeated in prescribed time  
 AB - JP2002159465 NOVELTY - RF drive unit (22) supplies a driving signal to RF coil (214) that excites an examination object (50), based on a protocol that is different from number of times a pulse sequence is repeated in a prescribed time. A control unit (25) outputs a control signal depending on the protocol and a cooling system (40) cools the RF coil based on the control signal.  
 - USE - Magnetic resonance imaging device.  
 - ADVANTAGE - Since a drive electric power for cooling is setup based on the protocol that differs from number of times, a pulse sequence is repeated, generation of an image blur is prevented and power consumption and noise are reduced. Hence, the cost is reduced.  
 - DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the block diagram of the magnetic resonance imaging system. (Drawing includes non-English language text).  
 - RF drive unit 22  
 - Control unit 25  
 - Cooling system 40  
 - Examination object 50  
 - RF coil 214  
 - (Dwg.2/17)

IW - MAGNETIC RESONANCE IMAGE DEVICE COOLING RF COIL EXCITATION BASED PROTOCOL DIFFER NUMBER TIME PULSE SEQUENCE REPEAT PRESCRIBED TIME

PN - JP2002159465 A 20020604 DW200254 A61B5/055 019pp  
 IC - A61B5/055 ; G01R33/32 ; G01R33/389  
 MC - S01-E02A2A S03-E07A S05-D02B1 V02-F03A1  
 DC - P31 S01 S03 S05 V02  
 PA - (GENE ) GE MEDICAL SYSTEMS GLOBAL TECHNOLOGY CO  
 AP - JP20000350019 20001116  
 PR - JP20000350019 20001116

PN - JP2002159465 A 20020604  
 TI - MAGNETIC RESONANCE IMAGING APPARATUS  
 AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic resonance imaging apparatus which can set a driving power for cooling for every protocol with different number of times for repeating pulse sequences in one repetition time, or one TR, can prevent from producing images out of focus, and reduces power consumption and noise.

- SOLUTION: A magnetic resonance imaging apparatus is equipped with the following parts: A control section 25 refers to a look-up table or computes automatically and produces a controlling signal CTL1 which directs to cool down a radio frequency coil, or a RF coil, 214 for every protocol with the most appropriate cooling capacity by a cooling system 40 without cooling it excessively when a data processing section 31 of an operator console 30 appoints a protocol to carry out. A cooling system 40 leads cooling air to a passage 41 for cooling air connected to the RF coil 214 with a cooling capacity which meets the direction of the controlling signals CTL1 by the control section 25.

I - A61B5/055 ;G01R33/32 ;G01R33/389  
PA - GE MEDICAL SYSTEMS GLOBAL TECHNOLOGY CO LLC  
IN - SATO KENJI  
ABD - 20021010  
ABV - 200210  
AP - JP20000350019 20001116

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-159465

(P2002-159465A)

(43)公開日 平成14年6月4日(2002.6.4)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)		
A 6 1 B	5/055	A 6 1 B	5/05	3 7 0	4 C 0 9 6
G 0 1 R	33/32			3 4 0	
	33/389			3 5 0	
				3 6 0	
		G 0 1 N	24/04	5 1 0 G	
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 19 頁) 最終頁に続く					

(21)出願番号 特願2000-350019(P2000-350019)

(71)出願人 300019238

(22)出願日 平成12年11月16日(2000.11.16)

ジーイー・メディカル・システムズ・グロ  
ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル  
エルシー  
アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・  
53188・ワウケシャ・ノース・グランドヴ  
ュー・ブールバード・ダブリュー・710・  
3000

(74)代理人 100094053

介理上 佐藤 隆久

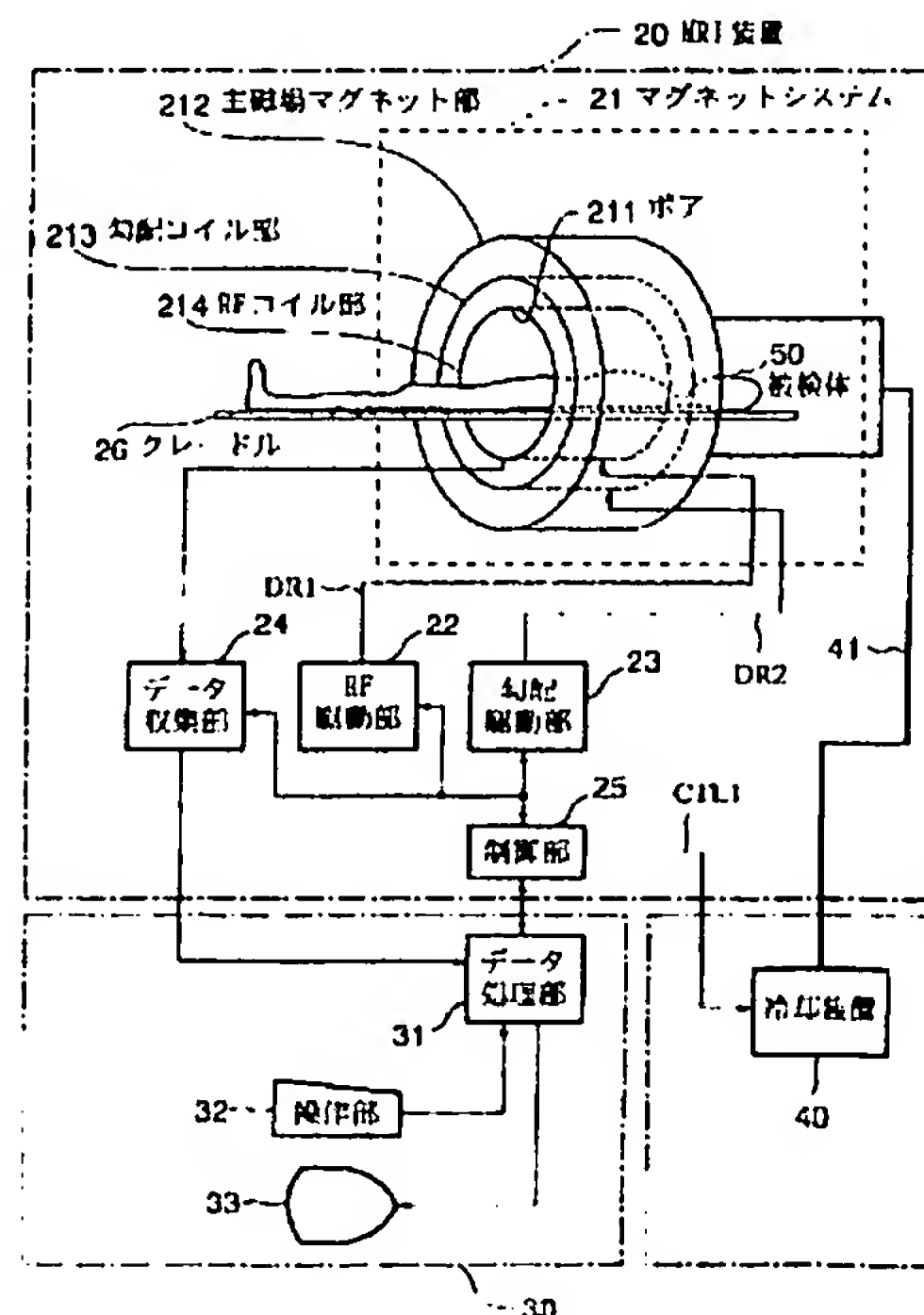
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気共鳴撮影装置

(57)【要約】

【課題】1TRにおけるパルスシーケンスの繰り返し回数の異なるプロトコル毎に冷却用駆動電力を設定でき、画像ぼけ等の発生を防止できることにより、消費電力、および騒音の低減を図れる磁気共鳴撮影装置を提供する。

【解決手段】オペレータコンソール30のデータ処理部31により実行すべきプロトコルの指定があると、ルックアップテーブル1TBを参照して、あるいは自動的に演算にして、各プロトコル毎に冷却装置10により過度の冷却を行うことなく、最適な冷却能力をもってRFコイル部211の冷却を行うように指示する制御信号CTL1を生成する制御部25と、制御部25による制御信号CTL1の指示に応じた冷却能力をもって冷却風をRFコイル部211に接続された冷却風通路11に導出する冷却装置10とを設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 静磁場空間に被検体を収容し、磁気共鳴を利用して被検体の被検部位を撮影する磁気共鳴撮影装置であって、

あらかじめ決められた繰り返し時間内において所定のハルスシーケンスが繰り返される駆動信号を受けて、上記被検体内にスピンを励起するための励起用磁場を形成するRFコイルと、

上記繰り返し時間内におけるハルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記駆動信号を上記RFコイルに供給するRFコイル駆動手段と、

制御信号に応じた冷却能力をもって上記RFコイルを冷却する冷却手段と、

上記繰り返し時間内におけるハルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記制御信号を上記冷却手段に出力する制御手段とを有する磁気共鳴撮影装置

【請求項2】 上記制御手段は、ハルスシーケンスの繰り返し回数が多いプロトコル程、冷却能力を低くするように上記制御信号を生成し出力する請求項1記載の磁気共鳴撮影装置

【請求項3】 上記繰り返し時間内におけるハルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコル毎に、各プロトコルの実行に応じた上記RFコイルにおける予測発熱量に対応する冷却能力があらかじめ設定されたテーブルを記憶する記憶手段と、

実行すべきプロトコルを、上記RFコイル駆動手段および制御手段に指示する指示手段と、

をさらに有し、  
上記制御手段は、上記指示手段の指示を受けて、上記記憶手段のテーブルを参照し、該当する冷却能力をもって冷却を行うように上記制御信号を上記冷却手段に出力する請求項1または2記載の磁気共鳴撮影装置

【請求項4】 静磁場空間に被検体を収容し、当該静磁場空間に励起用磁場を形成し、磁気共鳴を利用して被検体の被検部位を撮影する磁気共鳴撮影装置であって、  
あらかじめ決められた繰り返し時間内において所定のハルスシーケンスが繰り返される駆動信号を受けて、上記静磁場の強度に勾配を付けるための勾配磁場を形成する勾配コイルと、

上記繰り返し時間内におけるハルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記駆動信号を上記勾配コイルに供給する勾配コイル駆動手段と、

制御信号に応じた冷却能力をもって上記勾配コイルを冷却する冷却手段と、

上記繰り返し時間内におけるハルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記制御信号を上記冷却手段に出力する制御手段とを有する磁気共鳴撮影装置

【請求項5】 上記制御手段は、ハルスシーケンスの繰

り返し回数が少ないプロトコル程、冷却能力を低くするように上記制御信号を生成し出力する請求項1記載の磁気共鳴撮影装置

【請求項6】 上記繰り返し時間内におけるハルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコル毎に、各プロトコルの実行に応じた上記勾配コイルにおける予測発熱量に対応する冷却能力があらかじめ設定されたテーブルを記憶する記憶手段と、

実行すべきプロトコルを、上記勾配コイル駆動手段および制御手段に指示する指示手段と、

をさらに有し、

上記制御手段は、上記指示手段の指示を受けて、上記記憶手段のテーブルを参照し、該当する冷却能力をもって冷却を行うように上記制御信号を上記冷却手段に出力する請求項1または5記載の磁気共鳴撮影装置

【請求項7】 静磁場空間に被検体を収容し、磁気共鳴を利用して被検体の被検部位を撮影する磁気共鳴撮影装置であって、

あらかじめ決められた繰り返し時間内において所定のハルスシーケンスが繰り返される第1の駆動信号を受けて、上記被検体内にスピンを励起するための励起用磁場を形成するRFコイルと、

あらかじめ決められた繰り返し時間内において所定のハルスシーケンスが繰り返される第2の駆動信号を受けて、上記静磁場の強度に勾配を付けるための勾配磁場を形成する勾配コイルと、

上記繰り返し時間内におけるハルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記第1の駆動信号を上記RFコイルに供給するRFコイル駆動手段と、

上記繰り返し時間内におけるハルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記第2の駆動信号を上記勾配コイルに供給する勾配コイル駆動手段と、

第1の制御信号に応じた冷却能力をもって上記RFコイルを冷却する第1の冷却手段と、

第2の制御信号の1)に応じた冷却能力をもって上記勾配コイルを冷却する第2の冷却手段と、

上記繰り返し時間内におけるハルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記第1の制御信号を上記第1の冷却手段に出力し、上記第2の制御信号を上記第2の冷却手段に出力する制御手段とを有する磁気共鳴撮影装置

【請求項8】 上記制御手段は、ハルスシーケンスの繰り返し回数が多いプロトコル程、冷却能力を低くするように上記第1および第2の制御信号を生成し出力する請求項7記載の磁気共鳴撮影装置

【請求項9】 上記繰り返し時間内におけるハルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコル毎に、各プロトコルの実行に応じた上記RFコイルおよび勾配コイルにおける予測発熱量に対応する冷却能力があらかじめ設定されたテーブルを記憶する記憶手段と、

実行すべきプロトコルを、上記RFコイル駆動手段および勾配コイル駆動手段および制御手段に指示する指示手段と、

をさらに有し、

上記制御手段は、上記指示手段の指示を受けて、上記記憶手段のテーブルを参照し、該当する冷却能力をもって冷却を行うように上記第1および第2の制御信号を上記第1および第2の冷却手段に出力する請求項7または8記載の磁気共鳴撮影装置

【請求項10】 静磁場空間に被検体を収容し、磁気共鳴を利用して被検体の被検部位を撮影する磁気共鳴撮影装置であって、

あらかじめ決められた繰り返し時間内において所定のパルスシーケンスが繰り返される第1の駆動信号を受けて、上記被検体内にスピンを励起するための励起用磁場を形成するRFコイルと、

あらかじめ決められた繰り返し時間内において所定のパルスシーケンスが繰り返される第2の駆動信号を受けて、上記静磁場の強度に勾配を付けるための勾配磁場を形成する勾配コイルと、

上記繰り返し時間内におけるパルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記第1の駆動信号を上記RFコイルに供給するRFコイル駆動手段と、

上記繰り返し時間内におけるパルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記第2の駆動信号を上記勾配コイルに供給する勾配コイル駆動手段と、

制御信号に応じた冷却能力をもって上記RFコイルを冷却する冷却手段と、

上記繰り返し時間内におけるパルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記制御信号を上記冷却手段に出力する制御手段とを有する磁気共鳴撮影装置

【請求項11】 上記制御手段は、パルスシーケンスの繰り返し回数が少ないプロトコル程、冷却能力を低くするように上記制御信号を生成し出力する請求項10記載の磁気共鳴撮影装置

【請求項12】 上記繰り返し時間内におけるパルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコル毎に、各プロトコルの実行に応じた上記RFコイルおよび勾配コイルにおける予測発熱量に対応する冷却能力があらかじめ設定されたテーブルを記憶する記憶手段と、

実行すべきプロトコルを、上記RFコイル駆動手段および勾配コイル駆動手段および制御手段に指示する指示手段と、

をさらに有し、

上記制御手段は、上記指示手段の指示を受けて、上記記憶手段のテーブルを参照し、該当する冷却能力をもって冷却を行うように上記制御信号を上記冷却手段に出力する請求項10または11記載の磁気共鳴撮影装置

【請求項13】 上記制御手段は、上記実行するプロト

コルにおいて、上記RFコイルと勾配コイルにおける発熱量が異なり制御すべき冷却能力が異なる場合には、高い方の冷却能力をもってを冷却を行うように上記制御信号を上記冷却手段に出力する請求項10、11、または12記載の磁気共鳴撮影装置

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、静磁場空間に被検体を収容し、磁気共鳴を利用して被検体の被検部位を撮影する磁気共鳴撮影装置に関し、特に、1繰り返し時間（TR：repetition time）毎に磁気共鳴信号を得るパルスシーケンス（pulse sequence）でデータを収集し、そのデータに基づいて画像を再構成する磁気共鳴撮影装置における、磁場形成用コイルの冷却システムおよびその方法に関するものである

【0002】

【従来の技術】磁気共鳴撮影処理では、1TR毎に励起パルスで被検体内のスピン（spin）を励起し、それによって生じる磁気共鳴信号を、たとえばスピンエコー（spin echo）またはグラディエントエコー（gradient echo）として2次元フーリエ空間に収集する。磁気共鳴信号には、1ビュー（view）毎に異なる位相エンコードを付与し、2次元フーリエ空間において位相軸上の位置が異なる複数のビューのエコーデータをそれぞれ収集する。そして、収集した全ビューのエコーデータを2次元逆フーリエ変換することにより、画像を再構成する

【0003】このような磁気共鳴撮影処理においては、1TR毎に用いるパルスシーケンスの数は、被検部位毎に対応して設定されたプロトコルによって異なる。たとえば頭部、腹部、腰部等の被検部位に応じたプロトコル毎に、それぞれ異なる回数、たとえば61回〜512回繰り返されて、61ビューから512ビューのビューデータが得られる

【0004】このような磁気共鳴撮影処理を行う磁気共鳴撮影装置は、被検体を収容する内部空間（ボア）を有するマグネットシステムを有している。このマグネットシステムは、ボア内に静磁場を形成する主磁場マグネットと、主磁場マグネットが形成した静磁場の強度に勾配を付けるための勾配磁場を形成する勾配コイルと、主磁場マグネットが形成した静磁場空間内で、被検体内にスピンを励起するための高周波磁場を形成するRFコイルを有している

【0005】そして、たとえば上述したスピンエコーによる磁気共鳴撮影処理を行う場合には、1パルスシーケンスにおいて、RFコイルに対して励起パルスである、90°パルスおよびスピン反転のための180°パルスがある間隔を置いて印加される。90°パルスによりスピンの90°励起が行われ、180°パルスにより180°励起すなわちスピン反転が行われる。このとき、勾



配コイルに対してそれぞれスライス勾配ハルスが印加される。また、 $90^\circ$  励起とスピン反転の間に期間に、リーアウト勾配ハルスおよびフェーズエンコード勾配ハルスが印加される。

【0006】励起ハルスが印加されたRFコイルは、コイルのインダクタンス $L$ とキャパシタのキャパシタンス $C$ に基づく下記式(1)で表される共振周波数 $f_0$ をもつて共振し、ボア内に高周波磁場を形成する。

【数1】  

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad \dots (1)$$

【0008】ところで、この(1)式の共振周波数 $f_0$ は理想的に得られるべき周波数ではあるが、実際には、RFコイルに電流が流れると、正の温度勾配をもったキャパシタの発熱によりそのキャパシタンス $C$ が $C + \Delta C$ にドリフトし、結果として共振周波数 $f_0$ が式(2)および図17中曲線②で示すように、 $f_0$ にドリフトする(理想曲線①から曲線②にドリフトする)。すなわち、

【数2】  

$$f_0' = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L(C + \Delta C)}} \quad \dots (2)$$

【0010】そこで、磁気共鳴撮影装置では、RFコイルのたとえば空冷による冷却システムを導入し、上述した共振周波数のドリフト量を小さくし、再構成画像のぼけを防止している。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の磁気共鳴撮影装置では、RFコイルの冷却システムにおける送風量を、RFコイルにおける発熱量が実効的に大きいパルスシーケンスの繰り返し回数が多いプロトコルと発熱量が小さいパルスシーケンスの繰り返し回数が少ないプロトコルにかかわらず、最も発熱量が大きくなると予測されるプロトコルに対応可能な一定量に設定している。換言すれば、発熱量にかかわらず、略最大限に送

風機を駆動している。

【0012】そのため、従来の磁気共鳴撮影装置では、発熱量が小さいパルスシーケンスの繰り返し回数が少ないプロトコルでは、過度の冷却が行われることになり、無駄な電力消費を招き、また、稼働中に騒音が大きくなるという不利益がある。また、過度の冷却が行われると、たとえば図17中曲線③および式(3)で示すように、キャパシタの発熱によりそのキャパシタンス $C$ が $C - \Delta C$ にドリフトし、結果として共振周波数 $f_0$ が式(3)および図1中曲線③で示すように、 $f_0$ にドリフトし、再構成画像のぼけが生じるおそれがある。

【0013】  
 【数3】  

$$f_0' = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L(C - \Delta C)}} \quad \dots (3)$$

【0014】なお、勾配コイルにおいても、各種駆動ハルスの印加により発熱し、上記(2)式で示すような共振周波数のドリフトが起こりうる。勾配コイルの共振周波数のドリフトが起こると、再構成画像にいわゆるゴーストが発生するおそれがある。しかし、従来の磁気共鳴撮影装置では、RFコイルのための冷却は行われているが、勾配コイルのための冷却は行われていないのが現状である。

【0015】本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、その第1の目的は、1TRにおけるハルスシーケンスの繰り返し回数の異なるプロトコル毎に冷却用駆動電力を設定でき、画像ぼけ等の発生を防止できることはもとより、消費電力、および騒音の低減を図れる磁気共鳴撮影装置を提供することにある。

【0016】本発明の第2の目的は、勾配コイルの発熱による共振周波数のドリフトを防止でき、再構成画像におけるゴーストの発生を防止できる磁気共鳴撮影装置を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の第1の観点では、静磁場空間に被検体を収容し、磁気共鳴を利用して被検体の被検部位を撮影する磁

気共鳴撮影装置であって、あらかじめ決められた繰り返し時間内において所定のハルスシーケンスが繰り返される駆動信号を受けて、上記被検体内にスピンを励起するための励起用磁場を形成するRFコイルと、上記繰り返し時間内におけるハルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記駆動信号を上記RFコイルに供給するRFコイル駆動手段と、制御信号に応じた冷却能力をもって上記RFコイルを冷却する冷却手段と、上記繰り返し時間内におけるハルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記制御信号を上記冷却手段に出力する制御手段とを有する。

【0018】また、本発明の第1の観点では、上記制御手段は、ハルスシーケンスの繰り返し回数が少ないプロトコル程、冷却能力を低くするように上記制御信号を生成し出力する。

【0019】また、本発明の第2の観点では、上記繰り返し時間内におけるハルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコル毎に、各プロトコルの実行に応じた上記RFコイルにおける予測発熱量に対応する冷却能力があらかじめ設定されたテーブルを記憶する記憶手段と、実行すべきプロトコルを、上記RFコイル駆動手段および制御手段に指示する指示手段と、をさらに有し、上記

記憶手段は、上記制御手段に上記テーブルのデータを提供する。

【0020】また、本発明の第3の観点では、上記制御手段は、上記繰り返し時間内におけるハルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコル毎に、各プロトコルの実行に応じた上記RFコイルにおける予測発熱量に対応する冷却能力があらかじめ設定されたテーブルを記憶する記憶手段と、実行すべきプロトコルを、上記RFコイル駆動手段および制御手段に指示する指示手段と、をさらに有し、上記

制御手段は、上記指示手段の指示を受けて、上記記憶手段のテーブルを参照し、該当する冷却能力をもって冷却を行うように上記制御信号を上記冷却手段に出力する。

【0020】また、本発明の第2の観点では、静磁場空間に被検体を収容し、当該静磁場空間に励起用磁場を形成し、磁気共鳴を利用して被検体の被検部位を撮影する磁気共鳴撮影装置であって、あらかじめ決められた繰り返し時間内において所定のパルスシーケンスが繰り返される駆動信号を受けて、上記静磁場の強度に勾配を付けるための勾配磁場を形成する勾配コイルと、上記繰り返し時間内におけるパルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記駆動信号を上記勾配コイルに供給する勾配コイル駆動手段と、制御信号に応じた冷却能力をもって上記勾配コイルを冷却する冷却手段と、上記繰り返し時間内におけるパルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記制御信号を上記冷却手段に出力する制御手段とを有する。

【0021】また、本発明の第2の観点では、上記制御手段は、パルスシーケンスの繰り返し回数が少ないプロトコル程、冷却能力を低くするように上記制御信号を生成し出力する。

【0022】また、本発明の第2の観点では、上記繰り返し時間内におけるパルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコル毎に、各プロトコルの実行に応じた上記勾配コイルにおける予測発熱量に対応する冷却能力があらかじめ設定されたテーブルを記憶する記憶手段と、実行すべきプロトコルを、上記勾配コイル駆動手段および制御手段に指示する指示手段と、をさらに有し、上記制御手段は、上記指示手段の指示を受けて、上記記憶手段のテーブルを参照し、該当する冷却能力をもって冷却を行うように上記制御信号を上記冷却手段に出力する。

【0023】また、本発明の第3の観点では、静磁場空間に被検体を収容し、磁気共鳴を利用して被検体の被検部位を撮影する磁気共鳴撮影装置であって、あらかじめ決められた繰り返し時間内において所定のパルスシーケンスが繰り返される第1の駆動信号を受けて、上記被検体内にスピンを励起するための励起用磁場を形成するRFコイルと、あらかじめ決められた繰り返し時間内において所定のパルスシーケンスが繰り返される第2の駆動信号を受けて、上記静磁場の強度に勾配を付けるための勾配磁場を形成する勾配コイルと、上記繰り返し時間内におけるパルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記第1の駆動信号を上記RFコイルに供給するRFコイル駆動手段と、上記繰り返し時間内におけるパルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記第2の駆動信号を上記勾配コイルに供給する勾配コイル駆動手段と、第1の制御信号に応じた冷却能力をもって上記RFコイルを冷却する第1の冷却手段と、第2の制御信号に応じた冷却能力をもって上記勾配コイルを冷却する第2の冷却手段と、上記繰り返し時

間内におけるパルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記第1の制御信号を上記第1の冷却手段に出力し、上記第2の制御信号を上記第2の冷却手段に出力する制御手段とを有する。

【0024】また、本発明の第3の観点では、上記制御手段は、パルスシーケンスの繰り返し回数が少ないプロトコル程、冷却能力を低くするように上記第1および第2の制御信号を生成し出力する。

【0025】また、本発明の第3の観点では、上記繰り返し時間内におけるパルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコル毎に、各プロトコルの実行に応じた上記RFコイルおよび勾配コイルにおける予測発熱量に対応する冷却能力があらかじめ設定されたテーブルを記憶する記憶手段と、実行すべきプロトコルを、上記RFコイル駆動手段および勾配コイル駆動手段および制御手段に指示する指示手段と、をさらに有し、上記制御手段は、上記指示手段の指示を受けて、上記記憶手段のテーブルを参照し、該当する冷却能力をもって冷却を行うように上記第1および第2の制御信号を上記第1および第2の冷却手段に出力する。

【0026】また、本発明の第1の観点では、静磁場空間に被検体を収容し、磁気共鳴を利用して被検体の被検部位を撮影する磁気共鳴撮影装置であって、あらかじめ決められた繰り返し時間内において所定のパルスシーケンスが繰り返される第1の駆動信号を受けて、上記被検体内にスピンを励起するための励起用磁場を形成するRFコイルと、あらかじめ決められた繰り返し時間内において所定のパルスシーケンスが繰り返される第2の駆動信号を受けて、上記静磁場の強度に勾配を付けるための勾配磁場を形成する勾配コイルと、上記繰り返し時間内におけるパルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記第1の駆動信号を上記RFコイルに供給するRFコイル駆動手段と、上記繰り返し時間内におけるパルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記第2の駆動信号を上記勾配コイルに供給する勾配コイル駆動手段と、制御信号に応じた冷却能力をもって上記RFコイルを冷却する冷却手段と、上記繰り返し時間内におけるパルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコルに応じた上記制御信号を上記冷却手段に出力する制御手段とを有する。

【0027】また、本発明の第1の観点では、上記制御手段は、パルスシーケンスの繰り返し回数が少ないプロトコル程、冷却能力を低くするように上記制御信号を生成し出力する。

【0028】また、本発明の第1の観点では、上記繰り返し時間内におけるパルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコル毎に、各プロトコルの実行に応じた上記RFコイルおよび勾配コイルにおける予測発熱量に対応する冷却能力があらかじめ設定されたテーブルを記憶する記憶手段と、実行すべきプロトコルを、上記RFコ

気共鳴撮影システムについて4図面に関連付けて説明する

【0035】第1実施形態

【００３０】本発明によれば、たとえば被検部位に応じたプロトコルが制御手段に対して指定される。制御手段では、指定されたプロトコルで用いられる駆動信号の繰り返し時間内におけるパルスシーケンスの繰り返し回数に応じた制御信号が生成され、冷却手段に供給される。たとえば、制御手段においては、駆動信号のパルスシーケンスの繰り返し回数が少ないプロトコル程、発熱量が小さいものとして、冷却能力を低くするように制御信号が生成されて冷却手段に出力される。

【0036】本実施形態に係るMRIシステム10では、図1に示すように、マグネットからの放射磁場の洩漏や外乱磁場の進入を防止する閉空間を形成したスキャンルーム11内にMRI装置20が配設され、スキャンルーム11に隣接して設けられた操作ルーム12内にオペレータOPが操作するオペレータコンソール30が配設されている。また、操作ルーム12に隣接してマシンルーム13が並設されており、このマシンルーム13内には、冷却手段としての冷却装置10が配設されている。スキャンルーム11と操作ルーム12とは壁14で仕切られており、壁14にはドア15および窓ガラス16が設けられている。また、マシンルーム13に配置された冷却装置10からはスキャンルーム11に配置されたMRI装置20のマグネットシステム21に対して、たとえば冷却風を導入する冷却風通路11が接続されている。

【００３２】そして、冷却手段により、制御信号が指定する冷却能力をもってＲＦコイルまたは勾配コイルが、最適な能力で安定して冷却される。また、指定されたプロトコル情報は、ＲＦコイル駆動手段および勾配コイル駆動手段に伝達され、指定されたプロトコルに応じたハルスシーケンス繰り返し回数の駆動信号がＲＦコイルおよび勾配コイルに供給される。これにより、静磁場空間に励起用磁場が形成され、また、静磁場の強度に勾配を付けるための勾配磁場が形成され、被検体内にスピンの励起される。そして、磁気共鳴により受信コイルを通して処理系回路に送信されて、画像が再構成される。

【００３８】ＭＦＩ装置２０は、図２に示すように、マグネットシステム２１、ＲＦ駆動部２２、勾配駆動部２３、データ収集部２４、制御部２５、およびクレードル２６有している。

【００３９】マグネットシステム２１は、図２に示すように、概ね円柱状の内部空間（ボア：boor）２１１を有し、ボア２１１内には、クッションを介して被換体５０を載せたクレードル２６が図示しない搬送部によって搬入される。

【００４０】マグネットシステム２１内には、図２に示すように、ボア２１１内のマグネットセンタ（走査する中心位置）の周囲に、主磁場マグネット部２１２、勾配コイル部２１３、およびRFコイル部２１４が配置されている。

【００１１】主磁場マグネット部２１２、勾配コイル部２１３、およびＲＦコイル部２１４のそれぞれは、検査時に被検体５０が位置するホブ２１１内の空間を挟んで対向する１対のコイルからなる。

【００３３】また、ＲＦコイルと勾配コイルを共通の冷却手段により冷却する場合に、実行するプロトコルにおいて、ＲＦコイルと勾配コイルにおける発熱量が異なり制御すべき冷却能力が異なる場合には、制御手段においては、高い方の冷却能力をもってを冷却を行うように制御信号が生成されて冷却手段に出力される。

【００１２】図３は、本実施形態に係るマグネットシステム２１における主磁場マグネット部２１２、勾配コイル部２１３、およびＲＦコイル部２１４の配置構成例を説明するための図である。

【0054】

【分明の実施の形態】以下、本発明の実施形態に係る態

【0013】マグネットシステム21は、図3に示すよ



うに、空間S（ボア211）を介して対向するように上ヨーク215と下ヨーク216が配置され、上ヨーク215と下ヨーク216はサイドヨーク217によって接続されている。上ヨーク215、下ヨーク216が対向しているそれぞれの面に、主磁場マグネット部212を構成する主磁場マグネット212a、212bが設けられている。そして、上ヨーク215、下ヨーク216、サイドヨーク217、および一つの主磁場マグネット212a、212bによりボア211内に静磁場を発生する磁気回路が形成されている。

【0014】このように、主磁場マグネット部212は、ボア211内に静磁場を形成する。静磁場の方向は、たとえば概ね被検体50の体軸方向と平行であるすなわち、平行磁場を形成する。主磁場マグネット部212を構成する主磁場マグネット212a、212bは、たとえば超伝導電磁石、あるいは永久磁石や常伝導電磁石などを用いて構成される。

【0015】主磁場マグネット212aと212bが対向しているそれぞれの面には、勾配コイル部213が設けられている。具体的には、主磁場マグネット212aと212bが対向しているそれぞれの面に、勾配コイル部213に含まれる被検体50が挿入されるボア211の静磁場を均一にする一対のホールビース218a、218bが設けられている。一対のホールビース218a、218bの内部空間には、勾配磁場を発生する一対の勾配コイル213a、213bと、静磁場の均一性を調整するためのハッシュボート219a、219bとが積層して設けられている。

【0016】このような構成を有する勾配コイル部213は、RFコイル部211が受信する磁気共鳴信号に3次元の位置情報を持たせるために、主磁場マグネット部212が形成した静磁場の強度に勾配を付ける勾配磁場を発生する。勾配コイル部213が発生する勾配磁場は、スライス（slice）勾配磁場、リードアウト（read-out）勾配磁場およびフェーズエンコード（phase-encode）勾配磁場の3種類であり、これら3種類の勾配磁場に対応して勾配コイル部213は3系統の勾配コイルを有する。

【0017】一対の勾配コイル部213の対向するそれぞれの面には、一対の収容部220a、220bが形成され、これら一対の収容部220a、220bの空間内に、RFコイル211a、211bが設けられている。

【0018】この一対の収容部220a、220bおよびRFコイル211a、211bを有するRFコイル部211は、主磁場マグネット部212が形成した静磁場空間内で被検体50の体内のスピンを励起するための高周波磁場を形成する。ここで、高周波磁場を形成することをRF励起信号の送信という。RFコイル部211は、励起されたスピンの生じる電磁波を磁気共鳴信号として受信する。RFコイル部211は、図示しない送信

用コイルおよび受信用コイルを有する。送信用コイルおよび受信用コイルは、同じコイルを兼用するかあるいはそれぞれ専用のコイルを用いる。

【0019】そして、本第1の実施形態においては、図3に示すように、RFコイル部211の収容部220a、220bには、マシナールーム13に配置された冷却装置10から送風された冷却風を案内する冷却風通路11の一端部が、収容部220a、220bのRFコイル211a、211bの収容空間内に冷却風が導入されるように接続されている。

【0050】RF駆動部22は、制御部25の指示に基づいたプロトコル対応の駆動信号DR1をRFコイル部211に与えてRF励起信号を発生させて、被検体50の体内のスピンを励起する。

【0051】勾配駆動部23は、制御部25の指示に基づいたプロトコル対応の駆動信号DR2を勾配コイル部213に与えて勾配磁場を発生させる。勾配駆動部23は、勾配コイル部213の3系統の勾配コイルに対応して、図示しない3系統の駆動回路を有する。

【0052】データ収集部21は、RFコイル部211が受信した受信信号を取り込み、それをビューデータ（view-data）として収集して、オペレータコンソール30のデータ処理部31に出力する。

【0053】制御部25は、オペレータコンソール30のデータ処理部31から送られてくる被検体50の被検部位に対応した実行すべきプロトコルに即して、あらかじめ決められた繰り返し時間TR内において所定のパルスシーケンスが所定回数繰り返される駆動信号DR1をRFコイル部211に印加するようにRF駆動部22を制御する。同様に、制御部25は、実行すべきプロトコルに即して、1TR内に、所定のパターンのパルス信号を勾配コイル213に印加するように勾配駆動部23を制御する。また、制御部25は、RFコイル部211が受信した受信信号を取り込み、それをビューデータ（view-data）として収集して、オペレータコンソール30のデータ処理部31に出力するように、データ収集部21を制御する。

【0054】なお、制御部25に指定される実行すべきプロトコルは、磁気共鳴撮影を行うために、被検体50の被検部位に対応して定められており、各プロトコル毎に、1TR（繰り返し時間）内におけるパルスシーケンスの繰り返し回数が異なる。

【0055】この磁気共鳴撮影用パルスシーケンスは、いわゆるスピンエコー（SE：Spin Echo）法、グラディエントエコー（GRE：Gradient Echo）法、ファーストスピンエコー（FSE：Fast Spin Echo）法、ファーストリカバリFSE（Fast Recovery Spin Echo）法、エコープランナー・イメージング（EPI：Echo Planar Imaging）法等、各撮影方

法によって異なる。

【0056】ここで、各撮影方法のハルスシーケンスのうち、SE法のハルスシーケンスについて、図1に関連付けて説明する。図1(a)はSE法におけるRF励起用の90°ハルスおよび180°ハルスのシーケンスであり、RF駆動部22がRFコイル部21-1に印加する駆動信号DR1に相当する。図1(b)、(c)、

(d)、および(e)は、それぞれスライス勾配Gs、リードアウト勾配Gr、フェーズエンコード勾配Gp、およびスピンエコーMRのシーケンスであり、スライス勾配Gs、リードアウト勾配Gr、およびフェーズエンコード勾配Gpのハルスは、勾配駆動部23が勾配コイル部21-3に印加する駆動信号DR2に相当する。

【0057】図1(a)に示すように、RF駆動部22によりRFコイル部21-1に対して90°ハルスが印加され、スピンの90°励起が行われる。このとき、図1(b)に示すように、勾配駆動部23により勾配コイル部21-3に対してスライス勾配ハルスGsが印加され、所定のスライスについて選択励起が行われる。図1

(a)に示すように、90°励起から所定の時間後に、RF駆動部22によりRFコイル部21-1に対して180°ハルスが印加され、180°励起、すなわちスピン反転が行われる。このときも、図1(b)に示すように、勾配駆動部23により勾配コイル部21-3に対してスライス勾配ハルスGsが印加され、同じスライスについて選択的な反転が行われる。

【0058】図1(c)および(d)に示すように、90°励起とスピン反転の間の期間に、勾配駆動部23により勾配コイル部21-3に対してリードアウト勾配ハルスGr、およびフェーズエンコード勾配ハルスGpが印加される。そして、リードアウト勾配ハルスGrによりスピンのディフェーズが行われ、フェーズエンコード勾配ハルスGpによりスピンのフェーズエンコードが行われる。

【0059】スピン反転後、図1(b)に示すように、勾配駆動部23により勾配コイル部21-3に対してリードアウト勾配ハルスGrが印加されて、リフェーズされて、図1(e)に示すように、スピンエコーMRが発生される。このスピンエコーMRは、データ収集部24によりビューデータとして収集される。

【0060】制御部25は、このようなハルスシーケンスで、実行プロトコルに応じて、周期TRでたとえば1〜512回繰り返すように、RF駆動部22、勾配駆動部23、およびデータ収集部24を制御する。また、制御部25は、繰り返しのたびに、フェーズエンコード勾配ハルスGpを変更し、毎回異なるフェーズエンコードを行うように、制御を行う。

【0061】上述したように、実行プロトコル毎に、ハルスシーケンスに繰り返し回数が異なることから、プロトコル実行時、すなわち、駆動信号DR1の印加による

RFコイル部21-1における発熱量は、プロトコル毎に異なる。そこで、制御部25は、オペレータコンソール30のデータ処理部31により実行すべきプロトコルの指定があると、記憶手段としてのメモリ251に記憶された図5に示すようなルックアップテーブルLTBを参照して、各プロトコル毎に冷却装置10により過度の冷却を行うことなく、最適な冷却能力をもってRFコイル部21-1の冷却を行うように指示する制御信号CTL1を生成して冷却装置10に出力する。制御部25は、たとえば冷却装置10の冷却用モータの駆動電力が、実行すべきプロトコルに追従するように、制御信号CTL1を発生する。

【0062】ルックアップテーブルLTBには、繰り返し時間内におけるハルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコル毎に、各プロトコルの実行に応じた上記RFコイルにおける予測発熱量に対応する冷却能力があらかじめ設定されている。

【0063】図5に示すルックアップテーブルLTBにおいては、プロトコルに対応する被検部位、および冷却装置10に指示すべき冷却能力の一例を示している。ルックアップテーブルLTBに示す冷却能力は、冷却装置10の最大の冷却能力を1とした場合の、各実行すべきプログラムに対応した冷却能力を数値で表したものである。図5の例では、プロトコル番号1は、被検部位は頭部で、冷却能力は最大の能力に対して0.7(7割)程度で駆動すればよいことを示している。同様に、プロトコル番号2は、被検部位は頸部で、冷却能力は最大の能力に対して0.6(6割)程度で駆動すればよいことを示している。プロトコル番号3は、被検部位は胸部で、冷却能力は最大の能力に対して0.8(8割)程度で駆動すればよいことを示している。プロトコル番号mは、被検部位は胸部で、冷却能力は最大の能力に対して0.85(8割5分)程度で駆動すればよいことを示している。

【0064】制御部25は、ハルスシーケンスの繰り返し回数が少ないプロトコル程、冷却能力を低くするように制御信号CTL1を生成し出力する。

【0065】オペレータコンソール30は、図2に示すように、データ処理部31、操作部32、および表示部33を有している。

【0066】データ処理部31は、データ収集部24から取り込んだデータをメモリに記憶する。メモリ内にはデータ空間が形成される。メモリに形成されるデータ空間は、2次元フーリエ空間を構成する。データ処理部31は、これら2次元フーリエ空間のデータを2次元逆フーリエ変換して被検体50の画像を生成(再構成)する。なお、2次元フーリエ空間をkスペースともいう。

【0067】データ処理部31には、制御部25が接続されており、制御部25の上位にあってそれを統括する。データ処理部31には、また、操作部32、および表

示部33が接続されている。

【0068】操作部32は、ホインディングデバイスを備えたキーボードやマウス等により構成され、オペレータOPの操作に応じた操作信号をデータ処理部195に出力する。また、操作部32からは、たとえば上述した実行すべきプロトコルの入力が行われる。データ処理部31は、操作部32から入力されたプロトコルに関する情報（プロトコル番号等）を制御部25に供給する。

【0069】表示部33は、グラフィックディスプレイ等により構成され、操作部32からの操作信号に応じて、MRI装置20の動作状態に応じた所定の情報を表示する。

【0070】冷却装置10は、たとえばファンモータを含む空冷装置により構成され、制御部25による制御信号CTL1の指示に応じた冷却能力をもって、たとえば温度コントロールされた冷却風を吸い込み、冷却風通路11にその他端部から導出する。冷却装置10は、制御信号CTL1によりファンモータの駆動電力が実行すべきプロトコルに応じて制御される。なお、冷却装置としては、吸い込み式の空冷の場合に限定されるものではなく、吹き出しのものや水冷や油冷のものなど、種々の装置を用いることが可能である。

【0071】冷却風通路11の一端部は、上述したように、RFコイル部214の収容部220a、220bに対してRFコイル211a、211bの収容空間内に冷却風が導入されるように接続されている。

【0072】次に、上記構成による動作を、図6のフローチャートに関連付けて説明する。

【0073】先ず、クッションを介してクレードル26上に載せられた被検体50が、図示しない搬送部によって、MRI装置20のマグネットシステム21のボア211内に搬入される（ST1）。

【0074】次に、被検体50の被検部位をボア211内のマグネットセンタに位置させる（ST2）。このとき、マグネットセンタを含むボア211内の所定の領域には、主磁場マグネット部212による静磁場が形成されている。

【0075】そして、オペレータOPにより、被検部位に対応したプロトコル情報が操作部32から入力される（ST3）。操作部32から入力されたプロトコルに関する情報（プロトコル番号等）がデータ処理部31により制御部25に供給される。

【0076】制御部25では、オペレータコンソール30のデータ処理部31により実行すべきプロトコルの指定があると、記憶手段としてのメモリ251に記憶されたルックアップテーブルLTFが参照されて（ST

4）、冷却装置10により過度の冷却を行うことなく、入力されたプロトコルに適した最適な冷却能力をもってRFコイル部214の冷却を行うように指示する制御信号CTL1が生成されて冷却装置10に出力される（S

T5）。

【0077】冷却装置10では、制御部25による制御信号CTL1の指示に応じた冷却能力をもって、たとえば温度コントロールされた冷却風の吸い込みが行われ、冷却風通路11にその他端部から導出される（ST6）。そして、冷却風通路11を案内された冷却風は、RFコイル部214の収容部220a、220bに対してRFコイル211a、211bの収容空間内に導入される。これにより、実行されるプロトコルに適した冷却能力をもってRFコイル211a、211bが冷却される（ST7）。

【0078】また、制御部25においては、オペレータコンソール30のデータ処理部31から送られてくる被検体50の被検部位に対応した実行すべきプロトコルに即して、あらかじめ決められた繰り返し時間TR内において所定のパルスシーケンスが所定回数繰り返される駆動信号DR1をRFコイル部214に印加するようにRF駆動部22が制御され、実行すべきプロトコルに即して、1TR内に、所定のパターンのパルス信号を勾配コイル213に印加するように勾配駆動部23が制御される。

【0079】RF駆動部22では、制御部25の指示に基づいたプロトコル対応の駆動信号DR1がRFコイル部214に印加され、勾配駆動部23では、制御部25の指示に基づいたプロトコル対応の駆動信号DR2が勾配コイル部213に印加される。これにより、マグネットセンタを含むボア211内の所定の領域に勾配磁場および高周波磁場が形成され、被検体50の被検部位で励起されたスピニングが生じる電磁波が磁気共鳴信号として取り出され、これがデータ収集部24で収集され、検査結果のデータとしてオペレータコンソール30のデータ処理部31に出力される。すなわち、被検部位の撮像が行われる（ST8）。

【0080】データ処理部31では、データ収集部24から入力したデータがメモリに記憶され、メモリ内にデータ空間が形成される。データ処理部31では、これら2次元フーリエ空間のデータを2次元逆フーリエ変換して被検体50の被検部位の画像が生成（再構成）される（ST9）。

【0081】そして、被検体50の被検部位のデータ収集が完了すると、図示しない搬送部によって、クレードル26と共に被検体50がボア211の外に搬出される（ST10）。

【0082】以上説明したように、本第1の実施形態によれば、オペレータコンソール30のデータ処理部31により実行すべきプロトコルの指定があると、メモリ251に記憶されたルックアップテーブルLTFを参照して、各プロトコル毎に冷却装置10により過度の冷却を行うことなく、最適な冷却能力をもってRFコイル部214の冷却を行うように指示する制御信号CTL1を中

成する制御部25と、制御部25による制御信号C T L 1の指示に応じた冷却能力をもって、たとえば温度コントロールされた冷却風を吸い込み、R F コイル部211に接続された冷却風通路11に導出する冷却装置10を設けたので、1 T Rにおけるハルスシーケンスの繰り返し回数の異なるプロトコル毎に冷却用駆動電力を設定でき、画像ぼけ等の発生を防止できることはもとより、消費電力、および騒音の低減を図れる利点がある。

#### 【0083】第2実施形態

図7は本発明に係るM R Iシステムの第2の実施形態を示す構成図であり、図8は本第2の実施形態に係るマグネットシステムにおける主磁場マグネット部、勾配コイル部、R F コイル部、および冷却風通路の配置構成例を示す図である。

【0084】本第2の実施形態が上述した第1の実施形態と異なる点は、R F コイル部214の代わりに、各プロトコル毎に冷却装置10Aにより過度の冷却を行うことなく、最適な冷却能力をもって勾配コイル部213の冷却を行うように構成したことにある。

【0085】図9は、本第2の実施形態に係る制御部25Aが参照する勾配コイルの冷却能力のlookupテーブルを示す図である。図9の例では、プロトコル番号1は、被検部位は頭部で、冷却能力は最大の能に対して0.7(7割)程度で駆動すればよいことを示している。同様に、プロトコル番号2は、被検部位は頸部で、冷却能力は最大の能力に対して0.6(6割)程度で駆動すればよいことを示している。プロトコル番号3は、被検部位は胸部で、冷却能力は最大の能力に対して0.85(8割5分)程度で駆動すればよいことを示している。プロトコル番号mは、被検部位は胸部で、冷却能力は最大の能力に対して0.9(9割)程度で駆動すればよいことを示している。

【0086】本第2の実施形態に係る制御部25Aは、ハルスシーケンスの繰り返し回数が少ないプロトコル程、冷却能力を低くするように制御信号C T L 2を生成し出力する。

【0087】本第2の実施形態に係る冷却装置10Aは、制御部25Aによる制御信号C T L 2の指示に応じた冷却能力をもって、たとえば温度コントロールされた冷却風を吸い込み、勾配コイル部213に接続された冷却風通路12に導出する。

【0088】そして、本第2の実施形態においては、図8に示すように、勾配コイル部213には、冷却装置10Aから送風された冷却風を案内する冷却風通路12の一端部が、勾配コイル213a、213bの収容空間内に冷却風が導入されるように接続されている。

【0089】次に、本第2の実施形態に係る動作を、図10のフローチャートに関連付けて説明する。

【0090】先ず、クッションを介してクレーン26上に搬送された被検体50が、図示しない搬送部によっ

て、M R I装置20のマグネットシステム21のボア211内に投入される(ST11)。

【0091】次に、被検体50の被検部位をボア211内のマグネットセンタに位置させる(ST12)。このとき、マグネットセンタを含むボア211内の所定の領域には、主磁場マグネット部212による静磁場が形成されている。

【0092】そして、オペレータO Pにより、被検部位に対応したプロトコル情報が操作部32から入力される(ST13)。操作部32から入力されたプロトコルに関する情報(プロトコル番号等)がデータ処理部31により制御部25Aに供給される。

【0093】制御部25Aでは、オペレータコンソール30のデータ処理部31により実行すべきプロトコルの指定があると、記憶手段としてのメモリ251aに記憶されたlookupテーブルL T B aが参照されて(ST14)、冷却装置10Aにより過度の冷却を行うことなく、入力されたプロトコルに適した最適な冷却能力をもって勾配コイル部213の冷却を行うように指示する制御信号C T L 2が生成されて冷却装置10Aに出力される(ST15)。

【0094】冷却装置10Aでは、制御部25Aによる制御信号C T L 2の指示に応じた冷却能力をもって、たとえば温度コントロールされた冷却風の吸い込みが行われ、冷却風通路12にその他端部から導出される(ST16)。そして、冷却風通路12を案内された冷却風は、勾配コイル部213の勾配コイル213a、213bの収容空間内に導入される。これにより、実行されるプロトコルに適した冷却能力をもって勾配コイル213a、213bが冷却され(ST17)。

【0095】また、制御部25Aにおいては、オペレータコンソール30のデータ処理部31から送られてくる被検体50の被検部位に対応した実行すべきプロトコルに即して、あらかじめ決められた繰り返し時間T R内において所定のハルスシーケンスが所定回数繰り返される駆動信号D R 1をR F コイル部211に印加するようにR F 駆動部22が制御され、実行すべきプロトコルに即して、1 T R内に、所定のパターンのハルス信号を勾配コイル213に印加するように勾配駆動部23が制御される。

【0096】R F 駆動部22では、制御部25Aの指示に基づいたプロトコル対応の駆動信号D R 1がR F コイル部211に印加され、勾配駆動部23では、制御部25Aの指示に基づいたプロトコル対応の駆動信号D R 2が勾配コイル部213に印加される。これにより、マグネットセンタを含むボア211内の所定の領域に勾配磁場および高周波磁場が形成され、被検体50の被検部位で励起されたスピンの生じる電磁波が磁気共鳴信号として取り出され、これがデータ収集部24で収集され、検査結果のデータとしてオペレータコンソール30のデク



処理部31に出力される。すなわち、被検部位の撮像が行われる（ST18）。

【0097】データ処理部31では、データ収集部21から入力したデータがメモリに記憶され、メモリ内にデータ空間が形成される。データ処理部31では、これら2次元フーリエ空間のデータを2次元逆フーリエ変換して被検体50の被検部位の画像が生成（再構成）される（ST19）。

【0098】そして、被検体50の被検部位のデータ収集が完了すると、図示しない搬送部によって、クレードル26と共に被検体50がボア211の外に搬出される（ST20）。

【0099】以上説明したように、本第2の実施形態によれば、オペレータコンソール30のデータ処理部31により実行すべきプロトコルの指定があると、メモリ251に記憶されたルックアップテーブルLTBaを参照して、各プロトコル毎に冷却装置10Aにより過度の冷却を行うことなく、最適な冷却能力をもって勾配コイル部213の冷却を行うように指示する制御信号CTL2を生成する制御部25Aと、制御部25Aによる制御信号CTL2の指示に応じた冷却能力をもって、たとえば温度コントロールされた冷却風を吸い込み、勾配コイル部213に接続された冷却風通路12に導出する冷却装置10Aを設けたので、勾配コイルの発熱による共振周波数のドリフトを防止でき、再構成画像におけるゴーストの発生を防止できる利点がある。

#### 【0100】第3実施形態

図11は本発明に係るMRIシステムの第3の実施形態を示す構成図であり、図12は本第2の実施形態に係るマグネットシステムにおける主磁場マグネット部、勾配コイル部、RFコイル部、および冷却風通路の配置構成例を示す図である。

【0101】本第3の実施形態は、上述した第1の実施形態と第2の実施形態を合体したような形態、すなわち、RFコイル部211のみまたは勾配コイル部213にのみ冷却する代わりに、各プロトコル毎に冷却装置10、10Aにより過度の冷却を行うことなく、最適な冷却能力をもってRFコイル部211、および勾配コイル部213の冷却を行うように構成している。

【0102】図13は、本第3の実施形態に係る制御部25Bが参照するRFコイルおよび勾配コイルの冷却能力のルックアップテーブルを示す図である。図13のルックアップテーブルTBLbは、図5と図9を合体したような構成をとり、図中、冷却能力1がRFコイル対応の冷却能力を示し、冷却能力2が勾配コイル対応の冷却能力を示している。図13の例では、プロトコル番号1は、被検部位は頭部で、冷却能力1、2共に、最大の能力に対して0.7（7割）程度で駆動すればよいことを示している。同様に、プロトコル番号2は、被検部位は胸部で、冷却能力1、2共に、最大の能力に対して0.6

（6割）程度で駆動すればよいことを示している。プロトコル番号3は、被検部位は胸部で、冷却能力1は最大の能力に対して0.8（8割）程度で駆動すればよく、冷却能力2は最大の能力に対して0.85（8割5分）程度で駆動すればよいことを示している。プロトコル番号mは、被検部位は胸部で、冷却能力1は最大の能力に対して0.85（8割5分）程度で駆動すればよく、冷却能力2は最大の能力に対して0.9（9割）程度で駆動すればよいことを示している。

【0103】本第3の実施形態に係る制御部25Bは、ハルスシーケンスの繰り返し回数が少ないプロトコル程、冷却能力を低くするように制御信号CTL1およびCTL2を生成し出力する。

【0104】本第3の実施形態に係る冷却装置10は、制御部25Bによる制御信号CTL1の指示に応じた冷却能力をもって、たとえば温度コントロールされた冷却風を吸い込み、RFコイル部211に接続された冷却風通路11に導出する。また、ハルスシー冷却装置10Aは、制御部25Bによる制御信号CTL2の指示に応じた冷却能力をもって、たとえば温度コントロールされた冷却風を吸い込み、勾配コイル部213に接続された冷却風通路12に導出する。

【0105】そして、本第3の実施形態においては、図12に示すように、RFコイル部211には、冷却装置10から送風された冷却風を案内する冷却風通路11の一端部が、RFコイル211a、211bの収容空間内に冷却風が導入されるように接続されている。また、勾配コイル部213には、冷却装置10Aから送風された冷却風を案内する冷却風通路12の一端部が、勾配コイル213a、213bの収容空間内に冷却風が導入されるように接続されている。

【0106】次に、本第3の実施形態に係る動作を、図11のフローチャートに関連付けて説明する。

【0107】先ず、クッションを介してクレードル26上に載せられた被検体50が、図示しない搬送部によって、MRI装置20のマグネットシステム21のボア211内に搬入される（ST21）。

【0108】次に、被検体50の被検部位をボア211内のマグネットセンタに位置させる（ST22）。このとき、マグネットセンタを含むボア211内の所定の領域には、主磁場マグネット部212による静磁場が形成されている。

【0109】そして、オペレータOPにより、被検部位に対応したプロトコル情報が操作部32から入力される（ST23）。操作部32から入力されたプロトコルに関する情報（プロトコル番号等）がデータ処理部31により制御部25Bに供給される。

【0110】制御部25Bでは、オペレータコンソール30のデータ処理部31により実行すべきプロトコルの指定があると、記憶手段としてのメモリ251bに記憶



されたロックアップテーブルT B bが参照されて（ST 24）、冷却装置10により過度の冷却を行うことなく、入力されたプロトコルに適した最適な冷却能力をもってRFコイル部21-1の冷却を行うように指示する制御信号CTL 1が生成されて冷却装置10に出力される。同様に、制御部10 Aでは、冷却装置10 Aにより過度の冷却を行うことなく、入力されたプロトコルに適した最適な冷却能力をもって勾配コイル部21-3の冷却を行うように指示する制御信号CTL 2が生成されて冷却装置10 Aに出力される（ST 25）。

【0111】冷却装置10では、制御部25 Bによる制御信号CTL 1の指示に応じた冷却能力をもって、たとえば温度コントロールされた冷却風の吸い込みが行われ、冷却風通路11にその他端部から導出される（ST 26）。そして、冷却風通路11を案内された冷却風は、RFコイル部21-1のRFコイル21-1 a、21-1 bの収容空間内に導入される。これにより、実行されるプロトコルに適した冷却能力をもってRFコイル21-1 a、21-1 bが冷却され（ST 27）。同様に、冷却装置10 Aでは、制御部25 Bによる制御信号CTL 2の指示に応じた冷却能力をもって、たとえば温度コントロールされた冷却風の吸い込みが行われ、冷却風通路12にその他端部から導出される（ST 26）。そして、冷却風通路12を案内された冷却風は、勾配コイル部21-3の勾配コイル21-3 a、21-3 bの収容空間内に導入される。これにより、実行されるプロトコルに適した冷却能力をもって勾配コイル21-3 a、21-3 bが冷却され（ST 27）。

【0112】また、制御部25 Bにおいては、オペレータコンソール30のデータ処理部31から送られてくる被検体50の被検部位に対応した実行すべきプロトコルに即して、あらかじめ決められた繰り返し時間TR内において所定のパルスシーケンスが所定回数繰り返される駆動信号DR 1をRFコイル部21-1に印加するようにRF駆動部22が制御され、実行すべきプロトコルに即して、1 TR内に、所定のパターンのパルス信号を勾配コイル21-3に印加するように勾配駆動部23が制御される。

【0113】RF駆動部22では、制御部25 Bの指示に基づいたプロトコル対応の駆動信号DR 1がRFコイル部21-1に印加され、勾配駆動部23では、制御部25の指示に基づいたプロトコル対応の駆動信号DR 2が勾配コイル部21-3に印加される。これにより、マグネットセンタを含むボア21-1内の所定の領域に勾配磁場および高周波磁場が形成され、被検体50の被検部位で励起されたスピンが生じる電磁波が磁気共鳴信号として取り出され、これがデータ収集部21で収集され、検査結果のデータとしてオペレータコンソール30のデータ処理部31に出力される。すなわち、被検部位の画像が行われる（ST 28）。

【0114】データ処理部31では、データ収集部21から入力したデータがメモリに記憶され、メモリ内にデータ空間が形成される。データ処理部31では、これら2次元フーリエ空間のデータを2次元逆フーリエ変換して被検体50の被検部位の画像が生成（再構成）される（ST 29）。

【0115】そして、被検体50の被検部位のデータ収集が完了すると、図示しない搬送部によって、クレードル26と共に被検体50がボア21-1の外に搬出される（ST 30）。

【0116】以上説明したように、本第3の実施形態によれば、上述した第1の実施形態に効果および第2の実施形態の効果と同様の効果を得ることができる。すなわち、1 TRにおけるパルスシーケンスの繰り返し回数の異なるプロトコル毎に冷却用駆動電力を設定でき、画像ぼけ等の発生を防止できることはもとより、消費電力、および騒音の低減を図ることができる。また、勾配コイルの発熱による共振周波数のドリフトを防止でき、再構成画像におけるゴーストの発生を防止できる利点がある。

#### 【0117】第1実施形態

図15は本発明に係るMRIシステムの第1の実施形態を示す構成図である。

【0118】本第1の実施形態が、上述した第3の実施形態と異なる点は、態を合体したような形態、すなわち、RFコイル部21-1および勾配コイル部21-3の冷却を熱の冷却装置で行う代わりに、各プロトコル毎に一つの冷却装置10により過度の冷却を行うことなく、最適な冷却能力をもってRFコイル部21-1、および勾配コイル部21-3の冷却を行うように構成したことにあ

る。

【0119】本第1の実施形態に係る制御部25 Cが参照するRFコイルおよび勾配コイルの冷却能力のロックアップテーブルは、図13に示すものと同様のものが用いられる。すなわち、図13のロックアップテーブルT B bでは、冷却能力1がRFコイル対応の冷却能力を示し、冷却能力2が勾配コイル対応の冷却能力を示している。この例では、プロトコル番号1は、被検部位は頭部で、冷却能力1、2共に、最大の能力に対して0.7（7割）程度で駆動すればよいことを示している。同様に、プロトコル番号2は、被検部位は頭部で、冷却能力1、2共に、最大の能力に対して0.6（6割）程度で駆動すればよいことを示している。プロトコル番号3は、被検部位は胸部で、冷却能力1は最大の能力に対して0.8（8割）程度で駆動すればよく、冷却能力2は最大の能力に対して0.85（8割5分）程度で駆動すればよいことを示している。プロトコル番号mは、被検部位は腹部で、冷却能力1は最大の能力に対して0.85（8割5分）程度で駆動すればよく、冷却能力2は最大の能力に対して0.9（9割）程度で駆動すればよい

ことを示している

【0120】本第1の実施形態に係る制御部25Cは、パルスシーケンスの繰り返し回数が少ないプロトコル程、冷却能力を低くするように制御信号CTL1を生成し出力する。ただし、制御部25Cは、上述した図13に示す例のように、RFコイル対応の冷却能力1と勾配コイル対応の冷却能力2が異なる場合には、大きい冷却能力を必要とする側の冷却能力に基づいた制御信号CTL1を生成する。本例の場合には、勾配コイル対応の冷却能力2がRFコイル対応の冷却能力1より大きい場合があることから、ルックアップテーブルTLBの冷却能力2に基づいた制御信号CTL1を生成する。この場合、RFコイルは、最適な冷却能力より大きい冷却能力をもって冷却されることになるが、同じプロトコルを実行する場合には、RFコイル部211と勾配コイル部213における発熱量は極端に異なるようなことはないことから、実際の冷却においては過度の冷却になることはなく、好適な能力をもって冷却を行うことが可能である。

【0121】本第1の実施形態に係る冷却装置10は、制御部25Bによる制御信号CTL1の指示に応じた冷却能力をもって、たとえば温度コントロールされた冷却風を吸い込み、RFコイル部214および勾配コイル部213に分岐するように接続された冷却風通路11Aに導出する。

【0122】次に、本第3の実施形態に係る動作を、図16のフローチャートに関連付けて説明する。

【0123】先ず、クッションを介してクレードル26上に載せられた被検体50が、図示しない搬送部によって、MRI装置20のマグネットシステム21のボア211内に搬入される（ST31）。

【0124】次に、被検体50の被検部位をボア211内のマグネットセンタに位置させる（ST32）。このとき、マグネットセンタを含むボア211内の所定の領域には、主磁場マグネット部212による静磁場が形成されている。

【0125】そして、オペレータOPにより、被検部位に対応したプロトコル情報が操作部32から入力される（ST33）。操作部32から入力されたプロトコルに関する情報（プロトコル番号等）がデータ処理部31により制御部25Cに供給される。

【0126】制御部25Cでは、オペレータコンソール30のデータ処理部31により実行すべきプロトコルの指定があると、記憶手段としてのメモリ251bに記憶されたルックアップテーブルTLBが参照される（ST34）。そして、RFコイル対応の冷却能力1と勾配コイル対応の冷却能力2が等しいか否かの判別が行われる（ST35）。ステップS35において、RFコイル対応の冷却能力1と勾配コイル対応の冷却能力2とが等しいと判別された場合には、その冷却能力の応じた制

御信号CTL1が生成されて冷却装置10に出力される（ST36）。一方、ステップS35において、RFコイル対応の冷却能力1と勾配コイル対応の冷却能力2とが等しくないと判別された場合には、大きい方の冷却能力に応じた制御信号CTL1が生成されて冷却装置10に出力される（ST37）。これにより、冷却装置10により過度の冷却を行うことなく、入力されたプロトコルに適した最適な冷却能力をもってRFコイル部211および勾配コイル部213の冷却を行うように指示する制御信号CTL1が生成されて冷却装置10に出力される。

【0127】冷却装置10では、制御部25Cによる制御信号CTL1の指示に応じた冷却能力をもって、たとえば温度コントロールされた冷却風の吸い込みが行われ、冷却風通路11にその他端部から導出される（ST38）。そして、冷却風通路11を案内された冷却風は、RFコイル部214のRFコイル214a、214bの収容空間内、および勾配コイル部213の勾配コイル213a、213bの収容空間内に導入される。これにより、実行されるプロトコルに適した冷却能力をもってRFコイル214a、214bおよび勾配コイル部213の勾配コイル213a、213bが冷却され（ST39）。

【0128】また、制御部25Cにおいては、オペレータコンソール30のデータ処理部31から送られてくる被検体50の被検部位に対応した実行すべきプロトコルに即して、あらかじめ決められた繰り返し時間TR内において所定のパルスシーケンスが所定回数繰り返される駆動信号DR1をRFコイル部211に印加するようにRF駆動部22が制御され、実行すべきプロトコルに即して、1TR内に、所定のパターンのパルス信号を勾配コイル213に印加するように勾配駆動部23が制御される。

【0129】RF駆動部22では、制御部25Cの指示に基づいたプロトコル対応の駆動信号DR1がRFコイル部211に印加され、勾配駆動部23では、制御部25Cの指示に基づいたプロトコル対応の駆動信号DR2が勾配コイル部213に印加される。これにより、マグネットセンタを含むボア211内の所定の領域に勾配磁場および高周波磁場が形成され、被検体50の被検部位で励起されたスピンの生じる電磁波が磁気共鳴信号として取り出され、これがデータ収集部24で収集され、検査結果のデータとしてオペレータコンソール30のデータ処理部31に出力される。すなわち、被検部位の撮像が行われる（ST40）。

【0130】データ処理部31では、データ収集部24から入力したデータがメモリに記憶され、メモリ内にデータ空間が形成される。データ処理部31では、これら2次元フーリエ空間のデータを2次元逆フーリエ変換して被検体50の被検部位の画像が生成（再構成）される。

(ST 11)

【0131】そして、被検体50の被検部位のデータ収集が完了すると、図示しない搬送部によって、クレードル26と共に被検体50がボア211の外に搬出される(ST 12)。

【0132】以上説明したように、本第1の実施形態によれば、上述した第3の実施形態の効果と同様の効果を得ることができる。すなわち、1TRにおけるハルスシーケンスの繰り返し回数の異なるプロトコル毎に冷却用駆動電力を設定でき、画像ぼけ等の発生を防止できることはもとより、消費電力、および騒音の低減を図ることができる。また、勾配コイルの発熱による共振周波数のドリフトを防止でき、再構成画像におけるブーストの発生を防止できる利点がある。さらに、本第1の実施形態によれば、冷却装置や配管が1系統でよいことから、第3の実施形態の効果に加えて、システムコストの増大、消費電力の増大を抑止でき、実用的なシステムを構築できる利点がある。

【0133】なお、以上の説明では、繰り返し時間内におけるハルスシーケンスの繰り返し回数が異なるプロトコル毎に、各プロトコルの実行に応じた上記RFコイルにおける予測発熱量に対応する冷却能力があらかじめ設定されているルックアップテーブルを参照して冷却装置10の冷却能力を制御する例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、たとえばプロトコルの指定を受けた制御部において、たとえばそのプロトコルに用いられる駆動信号の繰り返し時間内に発生されるシーケンスハルスの高さ(強さ)と幅(時間)に基づいて発熱量を求め、この求めた発熱量から最適な冷却能力を導き出し、これに基づいて冷却装置10の冷却能力を制御するように構成することも可能である。

【0134】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、1繰り返し時間におけるハルスシーケンスの繰り返し回数の異なるプロトコル毎に冷却用駆動電力を設定でき、画像ぼけ等の発生を防止できることはもとより、消費電力、および騒音の低減を図れる利点がある。

【0135】また、本発明によれば、勾配コイルの発熱による共振周波数のドリフトを防止でき、再構成画像におけるブーストの発生を防止できる利点がある。

【0136】また、本発明によれば、システムコストの増大、消費電力の増大を抑止でき、実用的なシステムを構築できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る磁気共鳴撮影装置を採用した磁気共鳴撮影システムのレイアウトを説明するための図である。

【図2】本発明に係るMRIシステムの第1の実施形態を示す構成図である。

【図3】本第1の実施形態に係るマグネットシステムに

おける主磁場マグネット部、勾配コイル部、RFコイル部、および冷却風通路の配置構成図を説明するための図である。

【図4】スピンエコー法のハルスシーケンスについて説明するためのタイミングチャートである。

【図5】本第1の実施形態に係る実行すべきプロトコルに対応する被検部位、および冷却装置に指示すべきRFコイル対応の冷却能力が設定されたルックアップテーブルの一例を示す図である。

【図6】本第1の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図7】本発明に係るMRIシステムの第2の実施形態を示す構成図である。

【図8】本第2の実施形態に係るマグネットシステムにおける主磁場マグネット部、勾配コイル部、RFコイル部、および冷却風通路の配置構成例を示す図である。

【図9】本第2の実施形態に係る実行すべきプロトコルに対応する被検部位、および冷却装置に指示すべき勾配コイル対応の冷却能力が設定されたルックアップテーブルの一例を示す図である。

【図10】本第2の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図11】本発明に係るMRIシステムの第3の実施形態を示す構成図である。

【図12】本第1の実施形態に係るマグネットシステムにおける主磁場マグネット部、勾配コイル部、RFコイル部、および冷却風通路の配置構成例を示す図である。

【図13】本第3の実施形態に係る実行すべきプロトコルに対応する被検部位、および冷却装置に指示すべき勾配コイル対応の冷却能力が設定されたルックアップテーブルの一例を示す図である。

【図14】本第3の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図15】本発明に係るMRIシステムの第4の実施形態を示す構成図である。

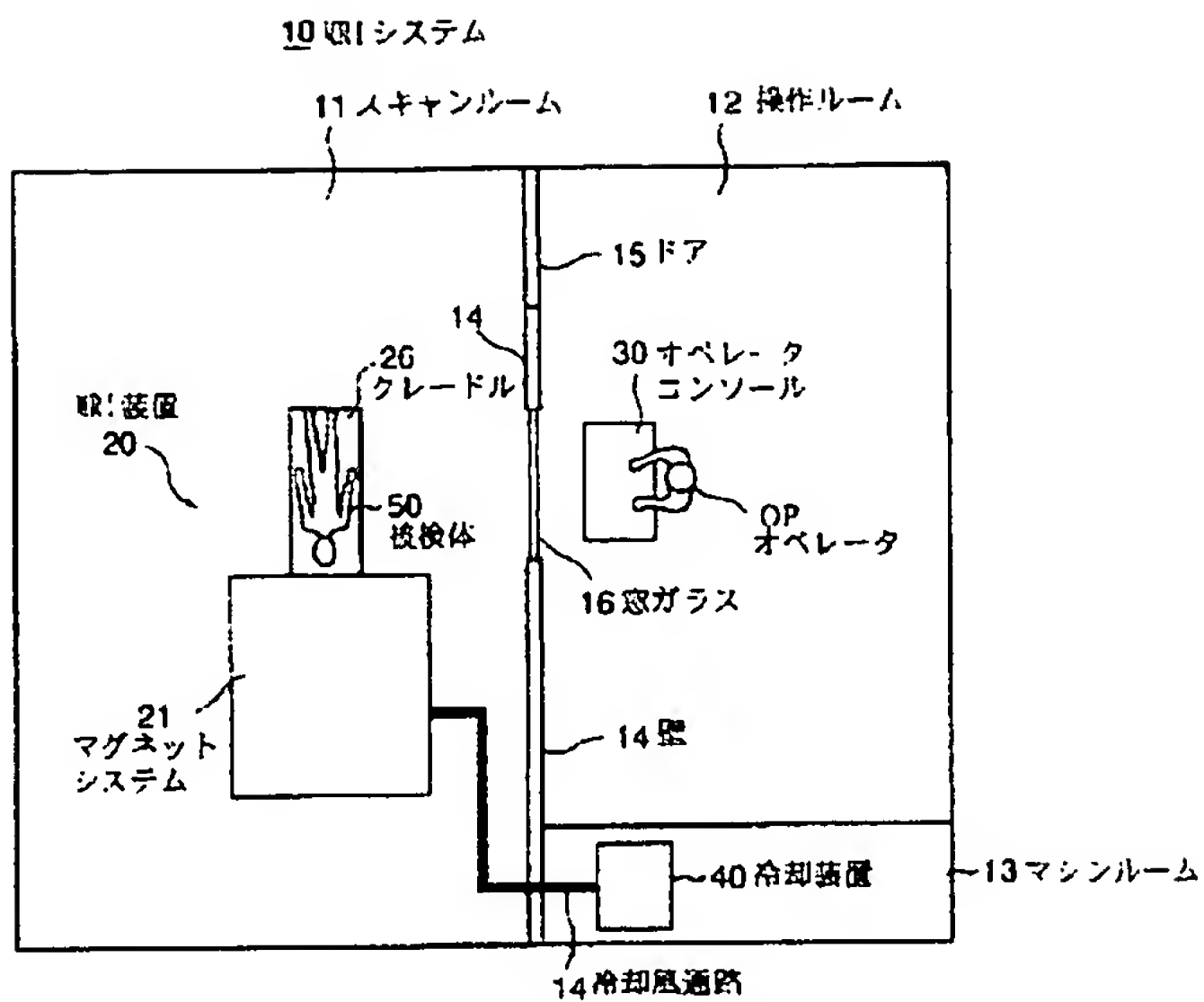
【図16】本第1の実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図17】従来の課題の説明するための図である。

【符号の説明】

10…MRIシステム、11…スキャンルーム、12…操作ルーム、13…マシンルーム、20…MRI装置、21…マグネットシステム、211…ボア、212…主磁場マグネット部、213…勾配コイル部、214…RFコイル部、22…RF駆動部、23…勾配駆動部、24…データ収集部、25、25A、25B…制御部、26…クレードル、30…オペレータコンソール、31…データ処理部、32…操作部、33…表示部、40、40A…冷却装置、41、41A、42…冷却風通路、50…被検体

【図1】



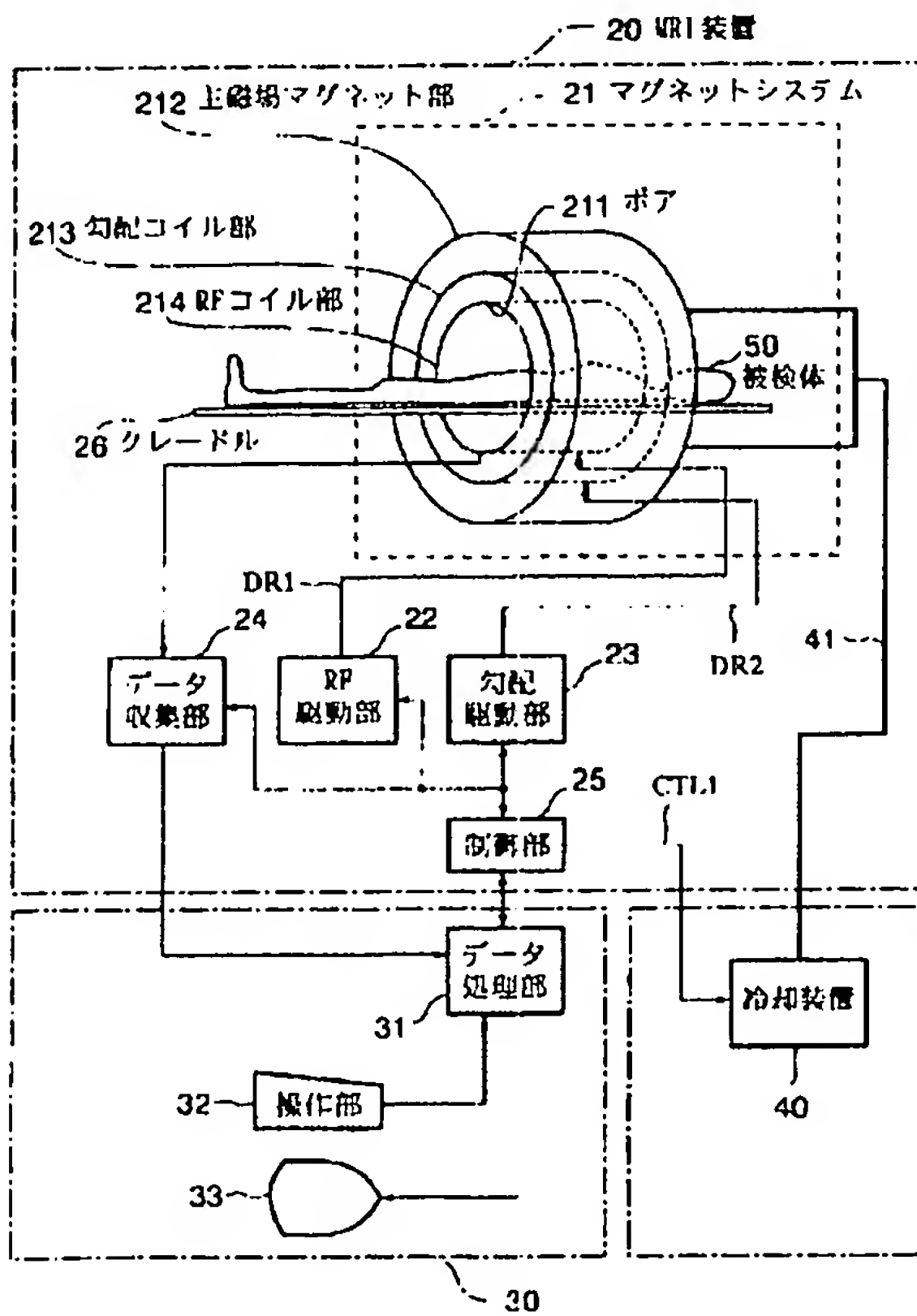
【図9】

251a

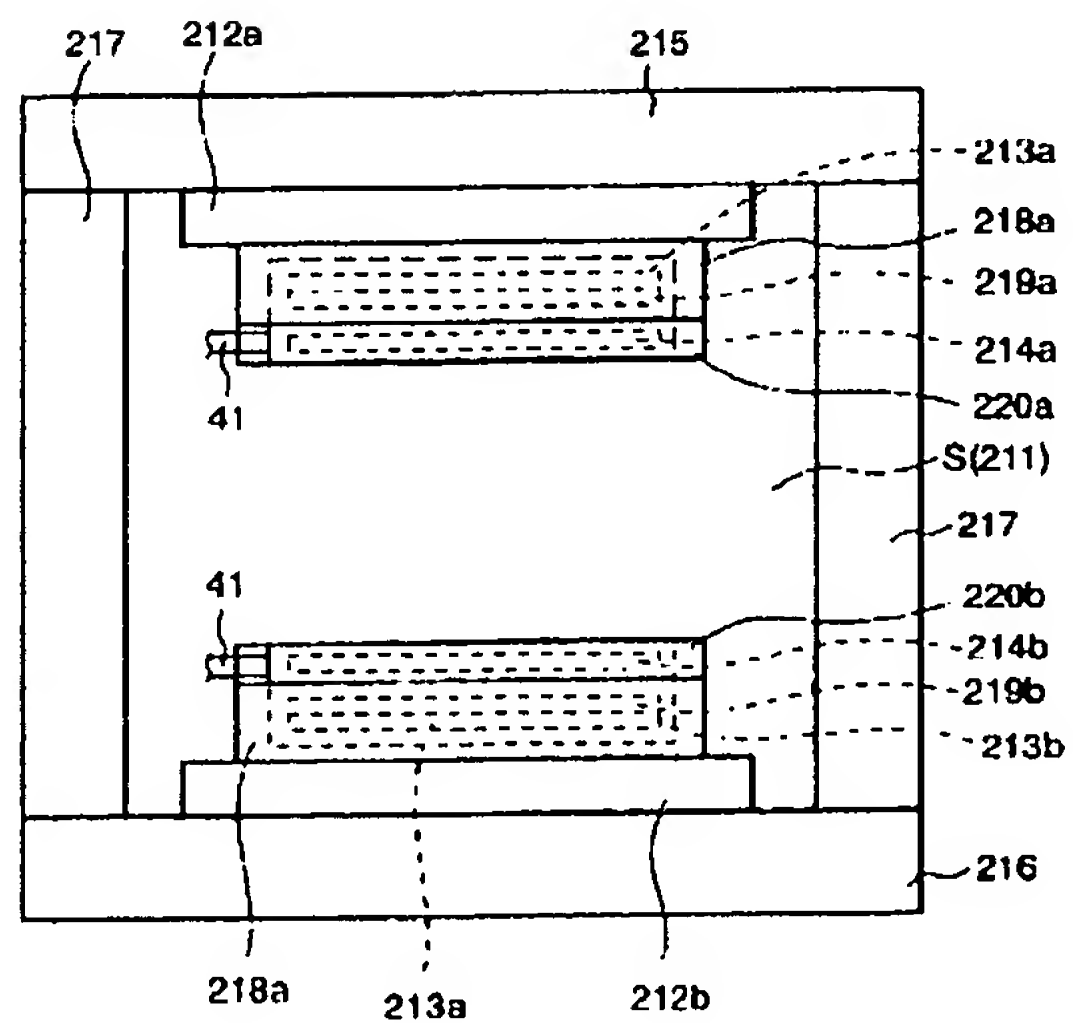
ITBa

プロトコルNo.	検査部位	冷却能力
1	頭部	0.7
2	頸部	0.6
3	胸部	0.85
...		
m	腹部	0.9

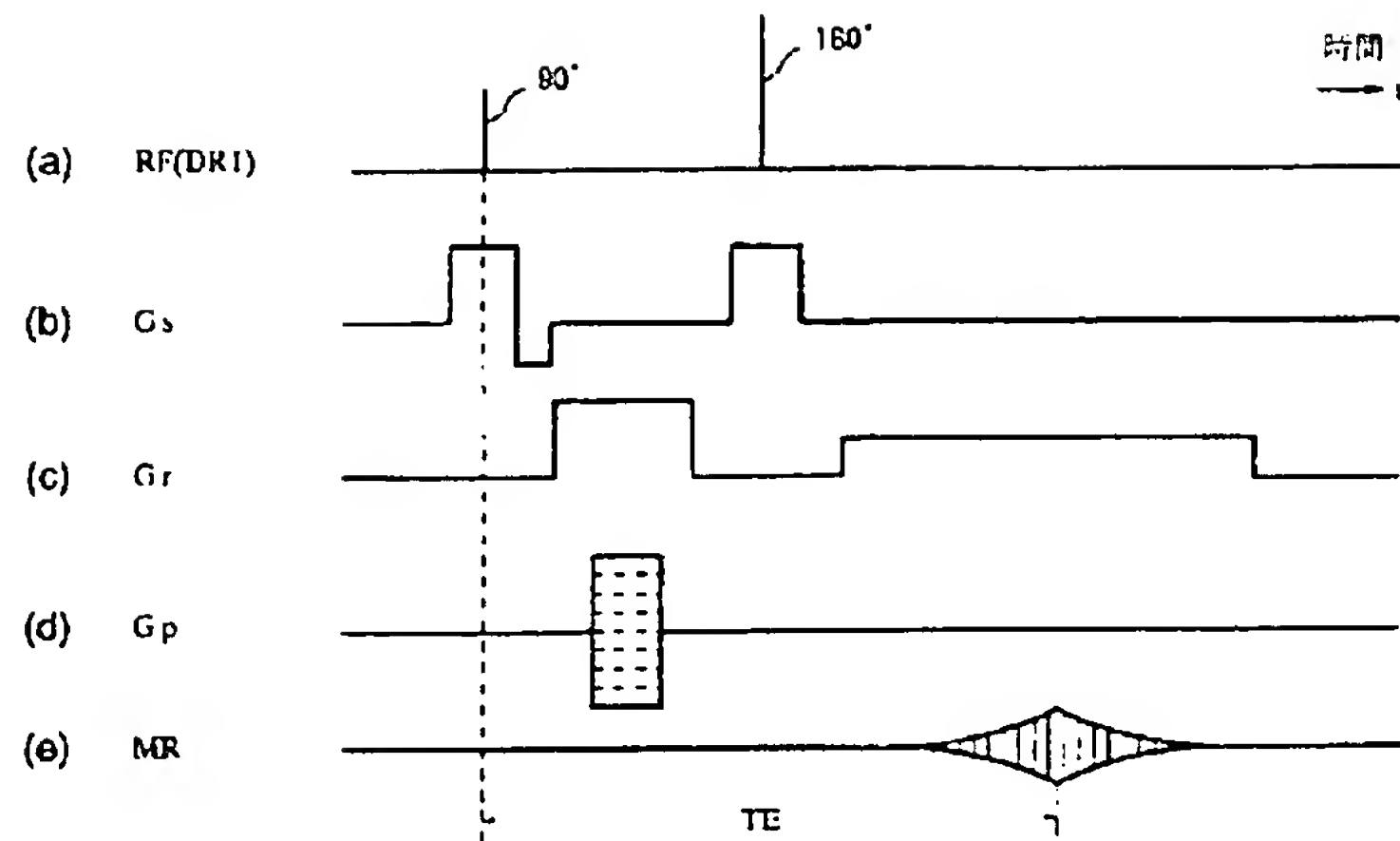
【図2】



【図3】



【図1】



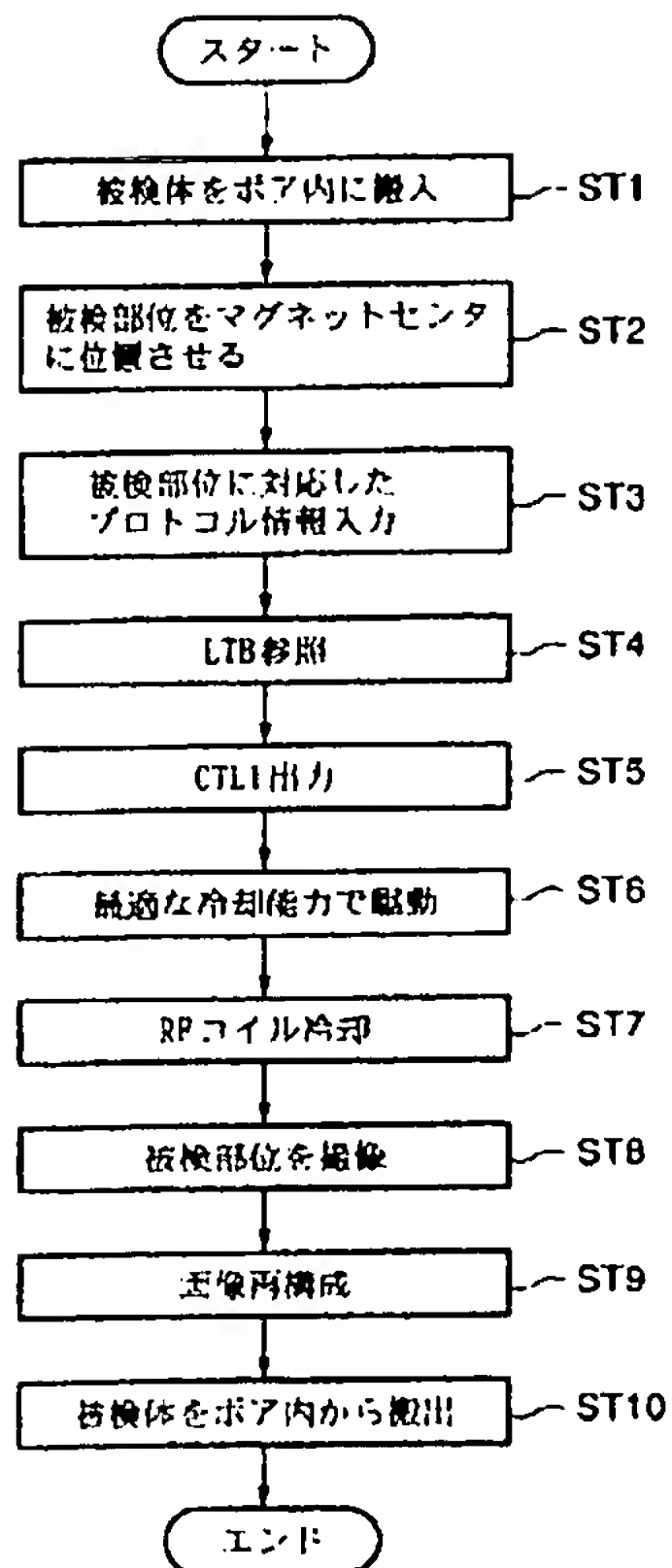
【図5】

251

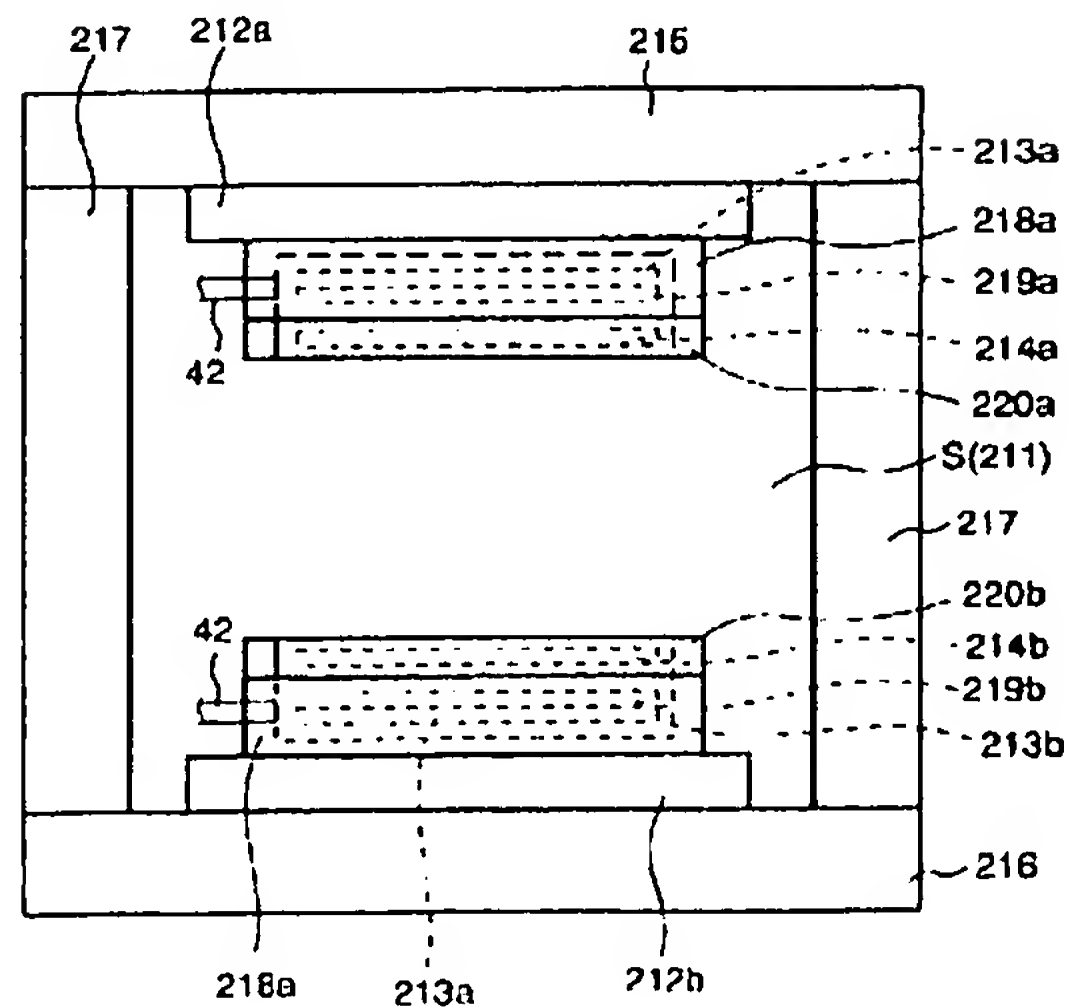
LFB

プロトコルNo.	被検部位	冷却能力
1	頭部	0.7
2	頸部	0.6
3	胸部	0.8
...		
m	腹部	0.85

【図6】

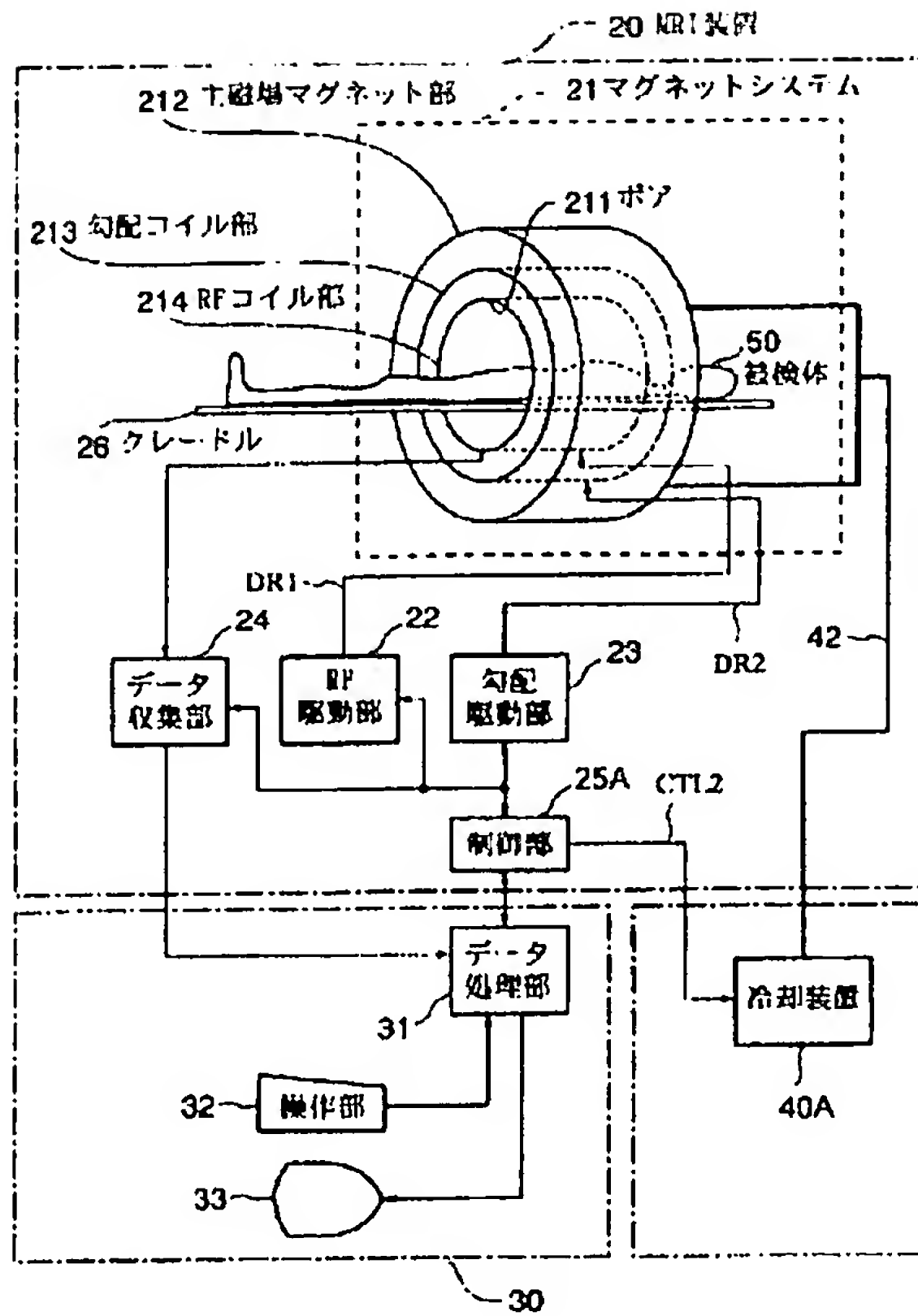


【図8】

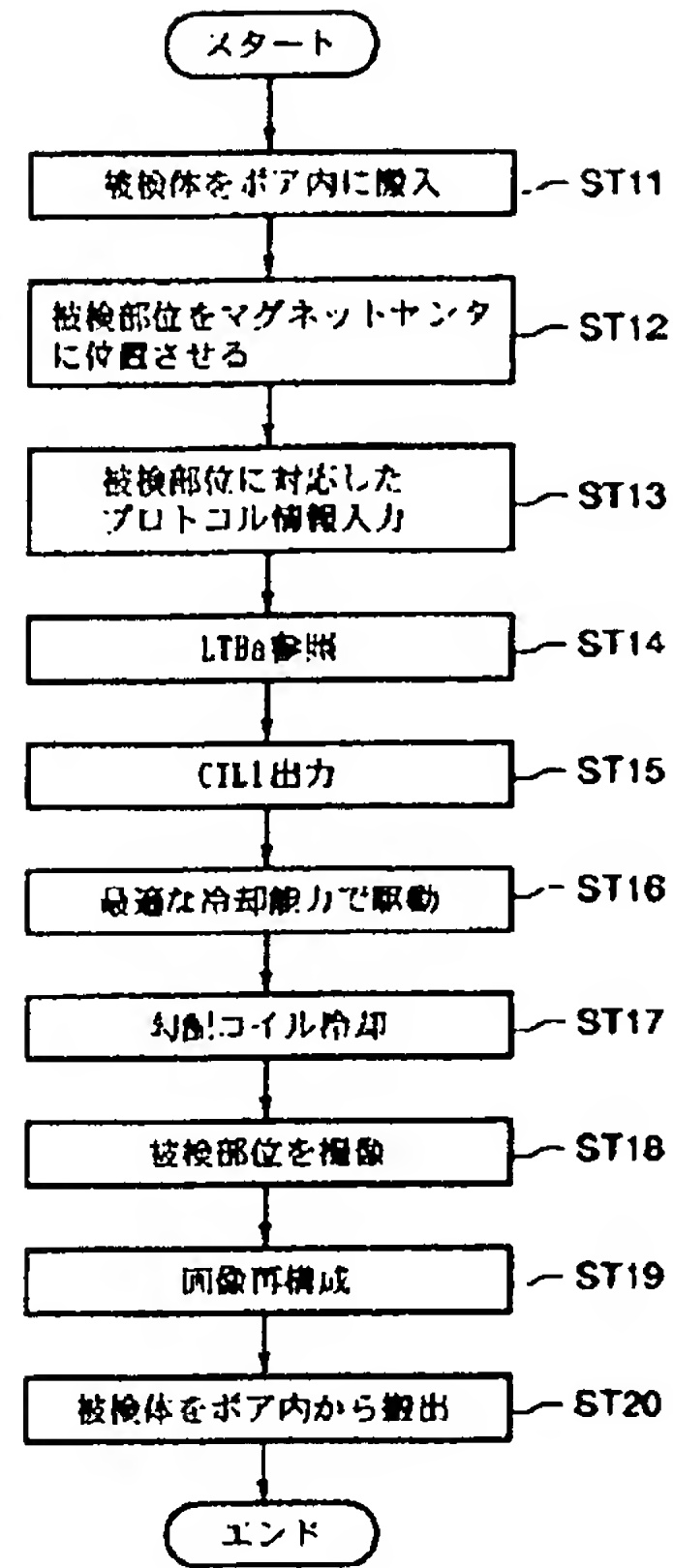




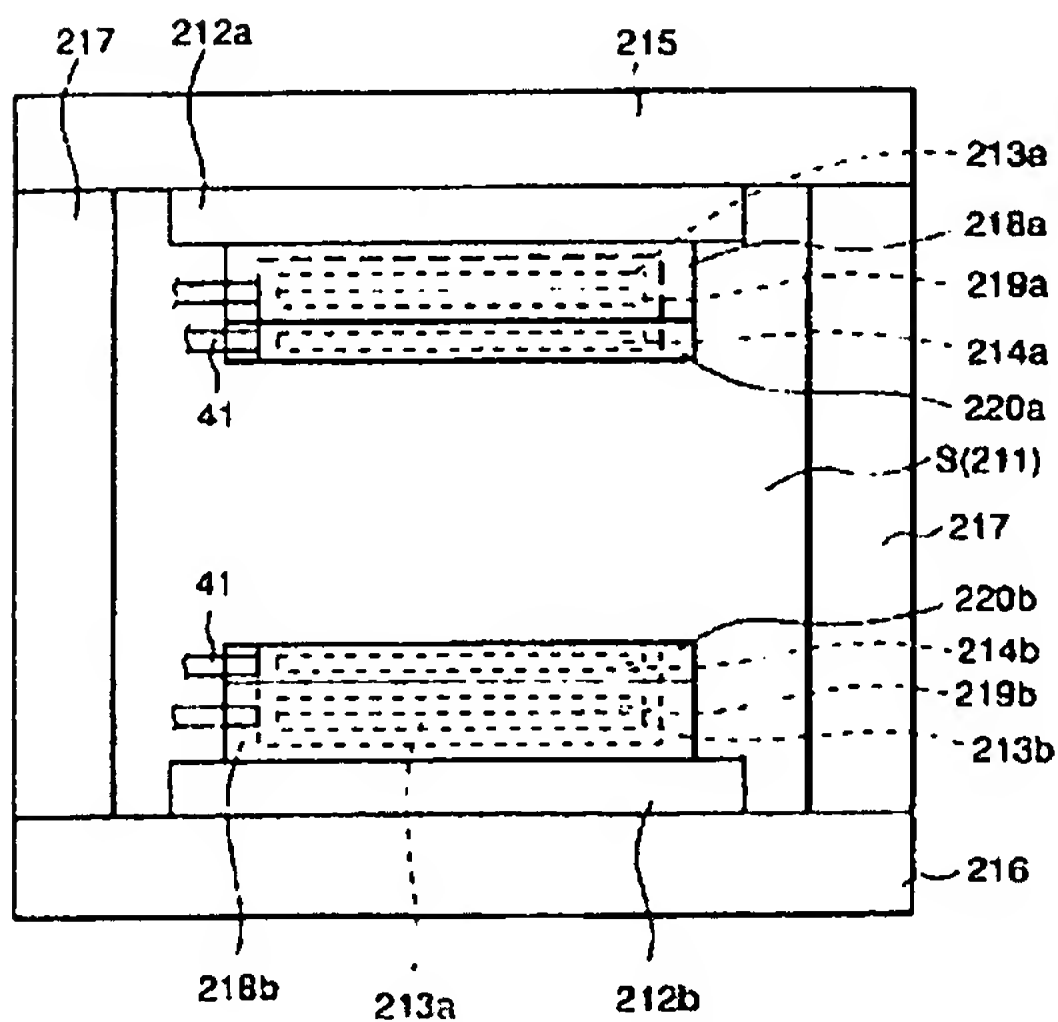
【図7】



【図10】



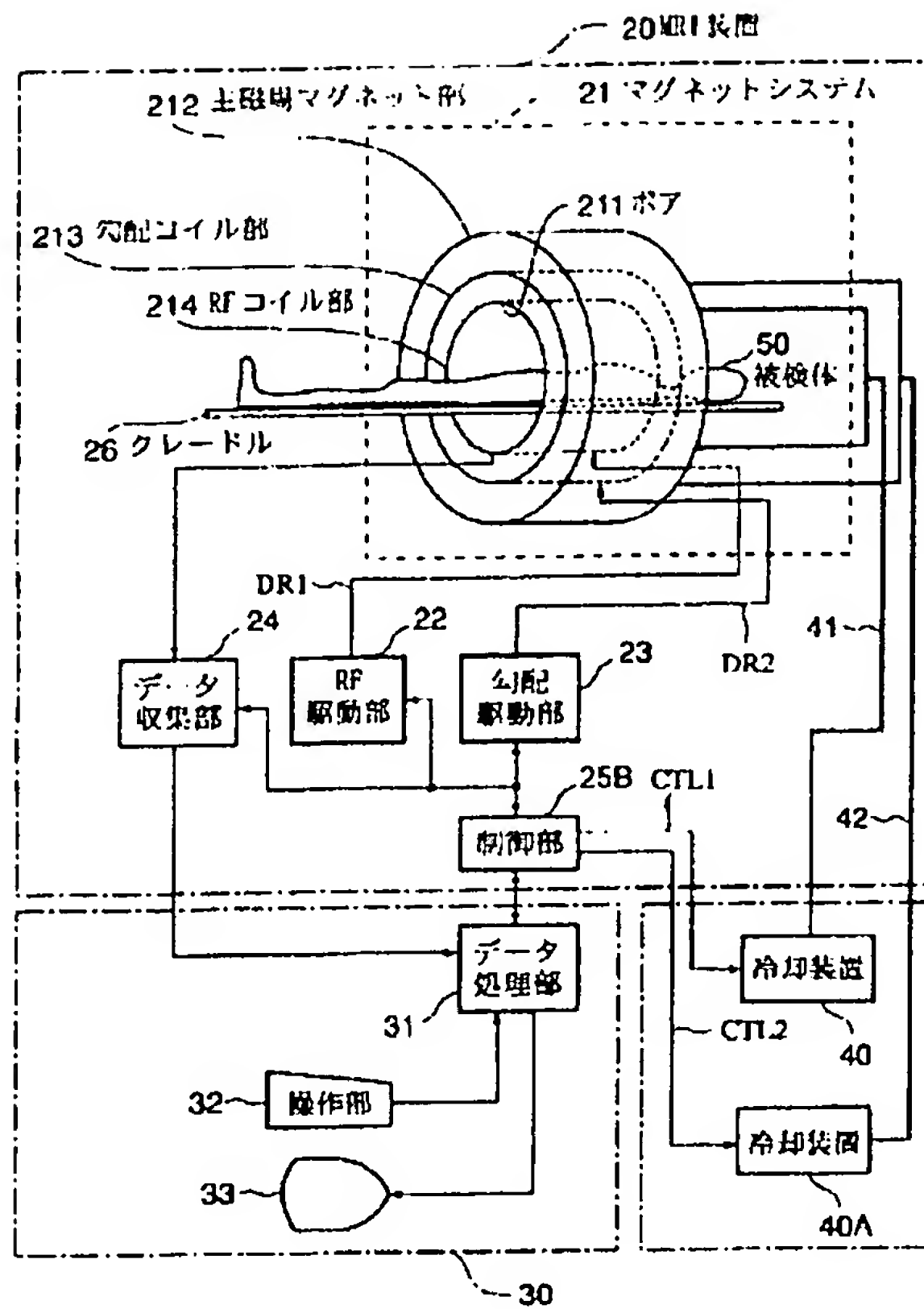
【図12】



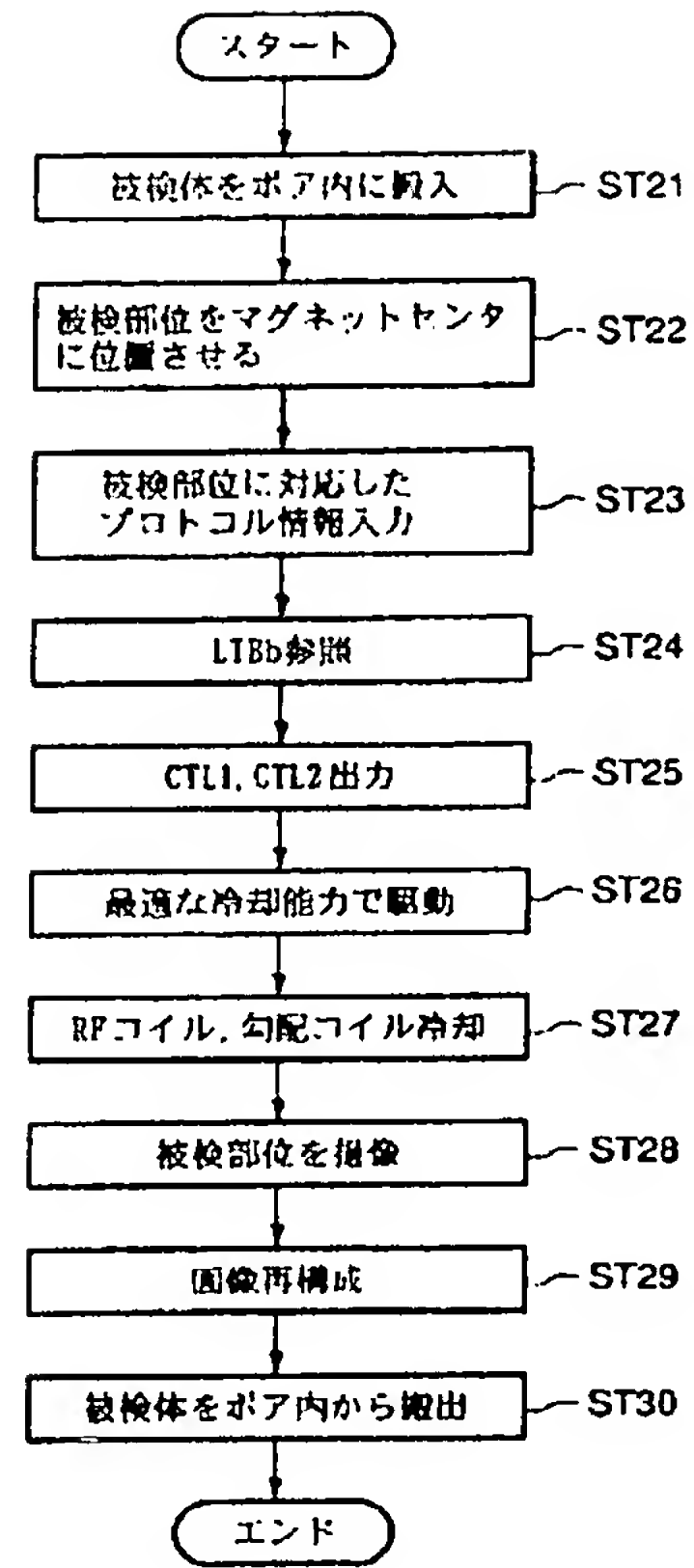
【図13】

251b LTBa			
プロトコルNo.	被検部位	冷却能力1	冷却能力2
1	頭部	0.7	0.7
2	頸部	0.6	0.6
3	胸部	0.8	0.85
...			
n	腹部	0.85	0.90

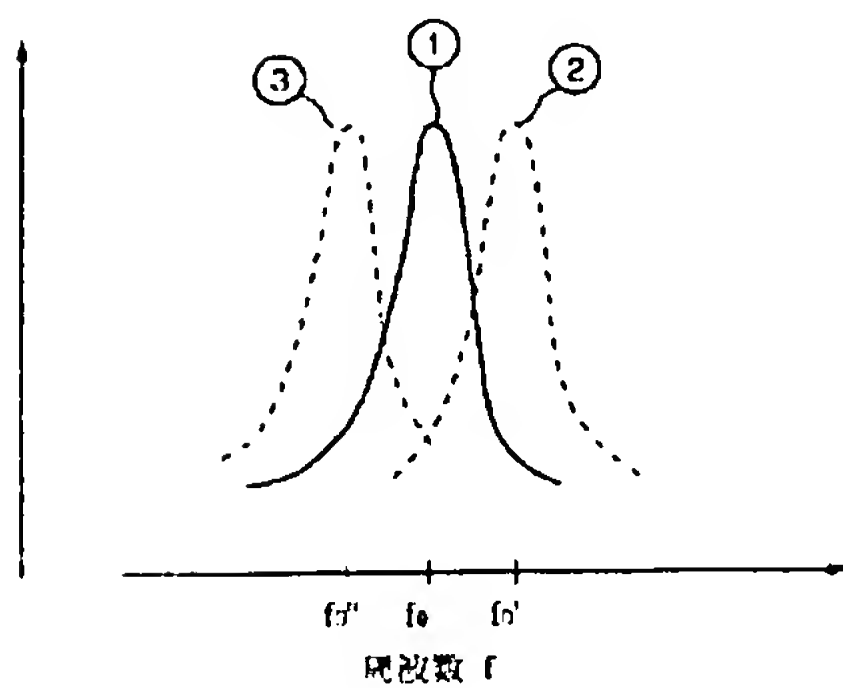
【図11】



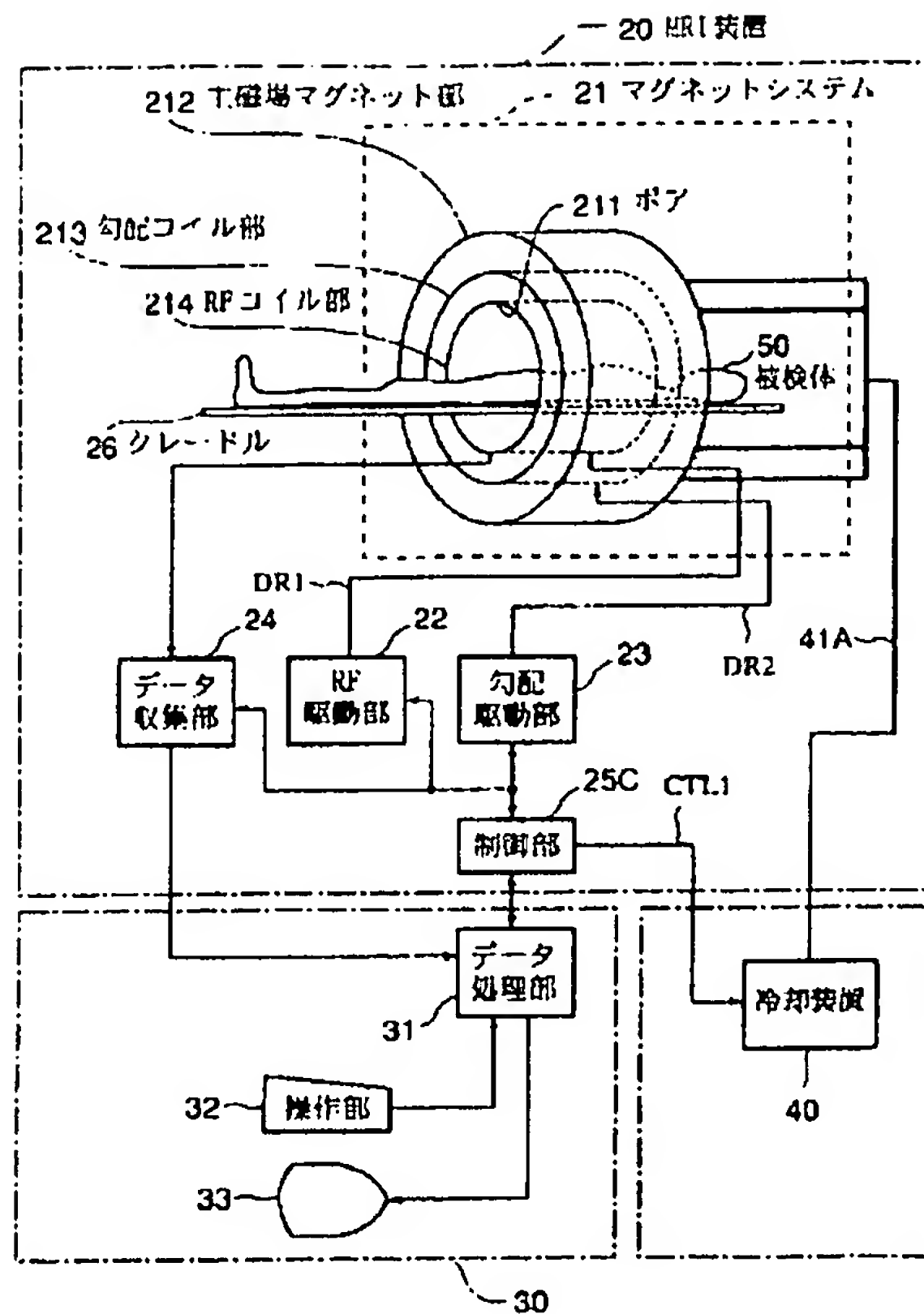
【図11】



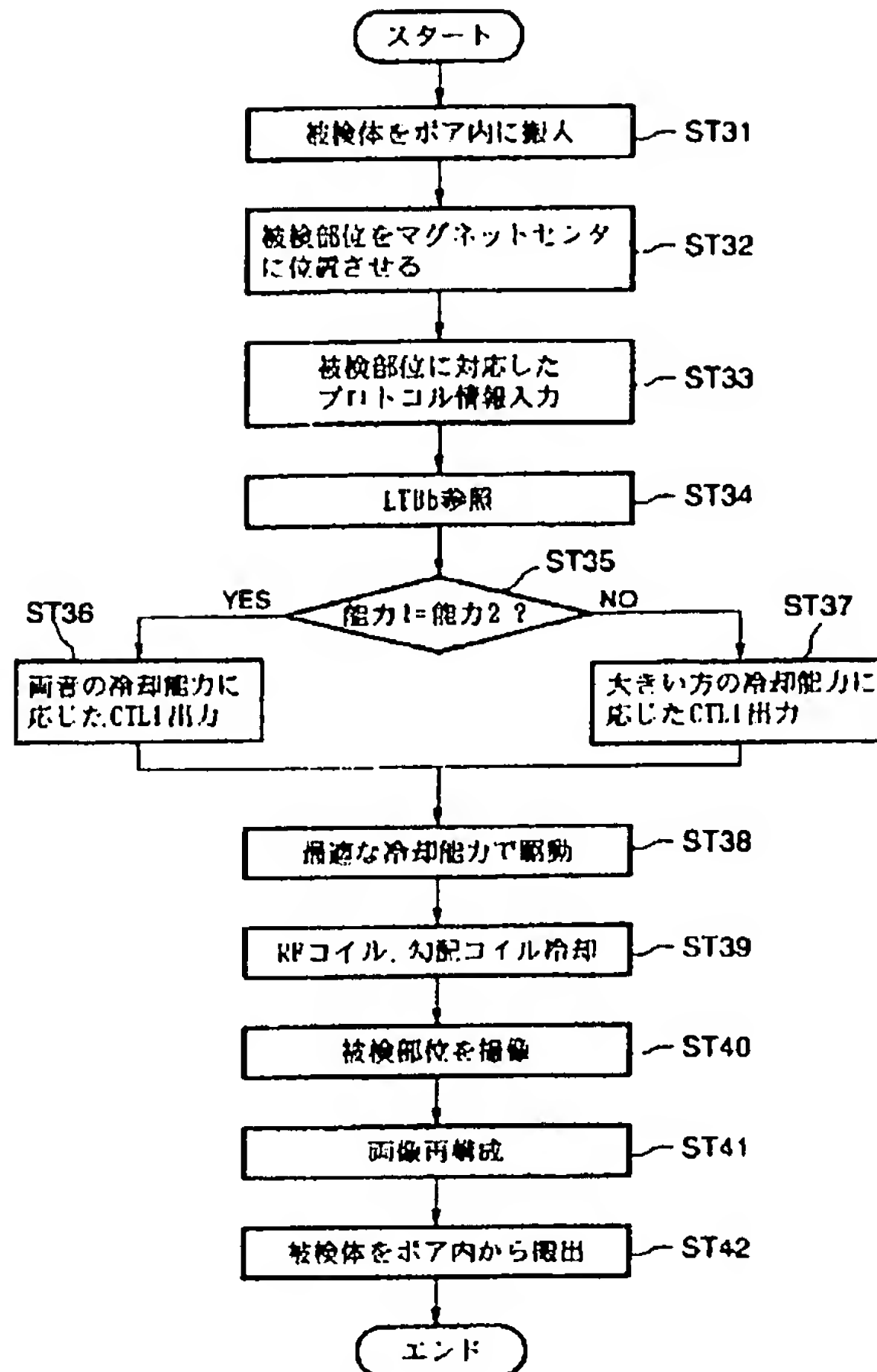
【図17】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

特許庁 (参考)

G 0 1 N 2 1 / 0 6

5 3 0 R

(72)発明者 佐藤 健志

東京都目黒区山手町四丁目7番地の127  
ジーイー横河メディカルシステム株式会社  
内

Fターム(参考) 1C00 AA01 AB08 AB11 AB33 AB34

AB13 AB17 AB50 AD06 AD08

AD09 AD10 AD21 BA05 BA06

BA10 CA51 CA68 CB20 CC10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**